



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

VARIACIÓN DEL ASTIGMATISMO CORNEAL INDUCIDO POR CIRUGÍA DE CATARATA EN FUNCIÓN DE LA INCISIÓN LÍMBICA

ANA CASTILLEJO SANTOS

**GENÍS CARDONA TORRADEFLOT
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**

18 Junio de 2015

Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa

© Universidad Politécnica de Cataluña, año 2015. Todos los derechos reservados



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

El Sr. Genís Cardona Torradeflot, como director del trabajo

CERTIFICA

Que la Sra. Ana Castillejo Santos ha realizado bajo su supervisión el trabajo "*Variación del astigmatismo corneal inducido por cirugía de catarata en función de la incisión límbica*" que se recoge en esta memoria para optar al título de máster en Optometría y ciencias de la visión.

Y para que conste, firmo este certificado

Sr Genís Cardona Torradeflot
Director del trabajo

Terrassa, 3 de Junio de 2015



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

VARIACIÓN DEL ASTIGMATISMO CORNEAL INDUCIDO POR CIRUGÍA DE CATARATA EN FUNCIÓN DE LA INCISIÓN LÍMBICA

RESUMEN

Propósito: Hoy en día el objetivo de la cirugía de cataratas no es solo extraer el cristalino opacificado, sino también emetropizar al paciente, reduciendo su refracción en lo posible, mediante la implantación de lentes intraoculares o reduciendo o eliminando el astigmatismo corneal a través de la propia incisión. El objetivo del presente estudio es determinar la incisión límica que produce una mayor corrección astigmática en este tipo de cirugías. Partimos de la hipótesis que los pacientes sometidos a una incisión más próxima al centro corneal manifestaran una mayor corrección del astigmatismo corneal.

Método: Se llevaron a cabo 44 intervenciones de cataratas distribuidas en 2 grupos: en el primero (22 ojos) se realizó una incisión principal a 0.50 mm del limbo y en el segundo (22 ojos) a 1.50 mm, ambos incidiendo en el meridiano más curvo de la córnea. Se evaluaron las diferencias topográficas y refractivas a 1 semana y 8 semanas después de la operación, comparándolas con los resultados *baseline* del paciente.

Resultados: En el grupo de pacientes sometidos a la incisión a 0.50 mm se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores queratométricos de cara anterior. Sin embargo, no se halló una reducción del astigmatismo corneal que pudiera correlacionarse con los cambios en radios corneales. En estos pacientes se produjo disminución en el cilindro total, posiblemente debido a la extracción de la catarata. El resto de parámetros evaluados, incluyendo la asfericidad central y periférica, y los datos topográficos de cara posterior, no sufrieron cambios significativos con la intervención, ni mostraron diferencias entre la incisión a 0.50 mm y a 1.50 mm.

Conclusiones: A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos concluir que, para pacientes con astigmatismos bajos, es más efectiva la incisión a 0.50 mm respecto la incisión a 1.50 mm anteriores al limbo. Asimismo, consideramos que son necesarios futuros estudios para investigar las aparentes discrepancias descubiertas en el presente trabajo.



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

VARIACIÓ DEL ASTIGMATISME CORNEAL INDUÏT PER CIRURGIA DE CATARACTA EN FUNCIÓ DE LA INCISIÓ LÍMBICA

RESUM

Propòsit: Avui dia l'objectiu de la cirurgia de cataractes no és tan sol extraure el cristal·lí opacificat, sinó també emetropitzar el pacient, reduint la seva refracció al màxim possible, mitjançant la implantació de lents intraoculars o reduint o eliminant l'astigmatisme corneal a través de la propia incisió. L'objectiu del present estudi és determinar la incisió límbica que produeix una major correcció astigmàtica en aquest tipus de cirurgies. Partim de la hipòtesi que els pacients sotmesos a una incisió més pròxima al centre corneal manifestaran una major correcció de l'astigmatisme corneal.

Mètode: Es van dur a terme 44 intervencions de cataractes distribuïdes en dos grups: en el primer (22 ulls) es va realitzar una incisió principal a 0.50 mm del limbe i en el segon (22 ulls) a 1.50 mm, ambdós incidint en el meridià més corbat de la còrnia. Es van avaluar les diferències topogràfiques i refractives a 1 setmana i 8 setmanes després de l'operació, comparant-les amb els resultats *baseline* del pacient.

Resultats: En el grup de pacients sotmesos a la incisió a 0.50 mm es van trobar diferències estadísticament significatives en els valors queratomètrics de cara anterior. Tot i així, no es va trobar una reducció del astigmatisme corneal que es pogués correlacionar amb els canvis de radis corneals. En aquests pacients es va produir una disminució del cilindre total, possiblement degut a la extracció de la cataracta. La resta de paràmetres avaluats, incloent l'asfericitat central i perifèrica i les dades topogràfiques de cara posterior, no van sofrir canvis significatius amb la intervenció, ni van mostrar diferències entre la incisió a 0.50 mm i a 1.50 mm.

Conclusions: A partir dels resultats obtinguts en el present estudi, podem concloure que, per pacients amb astigmatismes baixos, és més efectiva la incisió a 0.50 mm respecte la incisió a 1.50 mm respecte el limbe. Així mateix, considerem necessaris futurs estudis per investigar les aparents discrepàncies descobertes en el present treball.



MASTER'S DEGREE IN OPTOMETRY AND VISION SCIENCES

CHANGES IN CORNEAL ASTIGMATISM INDUCED BY LIMBAL INCISION IN CATARACT SURGERY

SUMMARY

Purpose: Cataract surgery nowadays does not only aim at removing the opacified crystalline lens but also at completely correcting the patient's refractive error via the implantation of an intraocular lens or through the correction of corneal astigmatism with the same incision used for lens extraction and posterior implantation. The purpose of the present study was to examine which limbal incision was more effective in reducing astigmatism in this type of interventions. Our working hypothesis was that patients with an incision closer to the center of the cornea would manifest better results in terms of astigmatic correction.

Methods: Forty-four patients underwent cataract intervention and were allocated to 2 groups: in the first group (22 eyes) incision was performed at 0.50 mm from the limbus whereas in the second group (22 eyes) distance from the limbus was 1.50 mm. Both incisions were performed at the steepest corneal radius. Refractive and topographic changes were assessed 1 week postoperatively, and again 8 weeks after the intervention. Results were compared with those measured before cataract extraction.

Results: Statistically significant differences were found in anterior keratometry values in patients with limbal incision at 0.50 mm. However, these changes were not associated with a corresponding modification in corneal astigmatism. A significant reduction in refractive astigmatism was encountered, probably as a result of cataract removal. No statistically significant differences were found in any of the other parameters under evaluation, including central and peripheral asphericity and posterior topographical data, neither pre-post intervention, nor between 0.50 mm and 1.50 mm incisions.

Conclusions: Present findings suggest that in low astigmatism, the 0.50 mm limbal incision is more effective at inducing the desired refractive changes than the 1.50 mm incision. However, further studies are required to better understand the apparent discrepancies that were revealed in the present research.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecer al Director de mi Trabajo, Genís Cardona, por su apoyo incondicional tanto en el proyecto final del grado como en el de final de máster, y por ser tan constante y paciente conmigo en los momentos que más lo he necesitado.

Al Servicio de oftalmología del Consorcio Sanitario de Terrassa por ofrecerme sus instalaciones para llevar a cabo tanto mis prácticas profesionales como este trabajo de investigación. En especial, al Doctor Pujol junto con su residente, el doctor Elnayef, que llevaron a cabo todas las cirugías de cataratas para poder realizar el estudio y que, gracias a ellos, hemos podido entregar el presente proyecto en el congreso de la “*Sociedad Española de Cirugía Ocular Implanto Refractiva*” (SECOIR).

A todos los pacientes que han hecho posible este proyecto, por su paciencia y dedicación, y por haberse prestado a realizar las pruebas sin problemas.

A Sílvia Fonts por haber formado parte de esta aventura conmigo, tanto en los cuatro años de carrera como en el máster, sin ti todo esto no hubiera tenido ningún sentido. Gracias por estar tan loca, porque gracias a eso, hemos pasado los mejores momentos que unas universitarias han podido disfrutar. Gracias por hacer las cosas fáciles y ver el mundo de una manera más optimista.

Gracias a Antonio García y Laura García, por vuestro apoyo, vuestros consejos, vuestras alegrías y vuestras penas, por haber compartido los mejores momentos de mi vida con vosotros, y aunque nuestros caminos se separen, quiero que siempre haya un momento u otro para recordarlos y volver a vivirlos juntos.

A Javier Ibarra, gracias por ser la mitad que me complementa, por estar a mi lado siempre, por aconsejarme en cada momento y por compartir tanto conmigo. Gracias por quererme tanto y por pensar en un futuro juntos. Por creer en mí y por creer en los dos. Gracias mi amor.

Y por supuesto, a mi familia, a mis padres Ángel y Ana, que son un pilar inmenso en donde apoyarme si me caigo, que nunca me van a fallar y que siempre podré contar con ellos si los necesito. Gracias por hacer de mí una mujer de provecho, valiente y sin miedo a la vida. Os agradezco enormemente el gran amor que he recibido por vuestra parte. Gracias de todo corazón.

A mis hermanos, a Carlos y Miguel Ángel, que desde pequeña me habéis enseñado tantos valores y tan acertados. Gracias por vuestros consejos, por vuestro apoyo indiscutible, por estar cuando más lo he necesitado. Siempre os llevare en lo más profundo de mi corazón.

Por último, quiero dedicarle este proyecto a mis sobrinos, a Álex e Izan. Ya que me gustaría que en un futuro, cuando ellos sean mayores, lean este proyecto con detenimiento y se sientan muy orgullosos de su tía. En especial a Izan, por su paciencia conmigo en la elaboración del trabajo.

Con mucho Cariño, GRACIAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
2. Marco teórico	4
2.1. Proceso de envejecimiento del cristalino	4
2.2. Cataratas.....	5
2.2.1. Factores de riesgo.....	6
2.2.2. Clasificación.....	7
2.2.2.1. Catarata nuclear	8
2.2.2.1. Catarata cortical	8
2.2.2.1. Catarata subcapsular posterior (CSP)	10
2.2.2.1. Catarata mixta	10
2.2.3. Síntomas.....	11
2.3. Cirugía de cataratas	11
2.3.1. Medidas preoperatorias	11
2.3.2. Cirugía actual de catarata	13
2.3.3. Incisiones y astigmatismo	15
2.3.3.1. Incisiones para corregir el astigmatismo	15
2.3.3.1.1. Incisiones en el eje del astigmatismo en córnea clara (OAI).....	15
2.3.3.1.2. Incisiones opuestas en córnea clara (OCCI)	16
2.3.3.1.3. Incisiones relajantes limbares (LRI)	16
2.3.3.1.4. Incisiones periféricas relajantes corneales (PCRI).....	17
2.3.3.2. Incisiones que no inducen astigmatismo (SIA)	19
2.3.4. Lentes intraoculares (LIOs).....	20
2.3.4.1. Monofocales	20
2.3.4.1. Multifocales	20
2.3.4.1. Acomodativas	21
2.3.5. Pruebas y controles postquirúrgicos.....	22
2.3.6. Resultados postoperatorivos	22
2.3.7. Estabilización de los resultados	24

3. Objetivos e Hipótesis	26
3.1. Objetivo principal	26
3.2. Objetivos específicos	26
3.3. Justificación del estudio	26
3.4. Hipótesis de trabajo.....	27
 4. Método	 28
4.1. Muestra de pacientes	28
4.2. Criterios de inclusión y exclusión	28
4.3. Instrumentos empleados.....	29
4.3.1. Biómetro de interferometría óptica	29
4.3.2. Autorrefractómetro.....	30
4.3.3. Topógrafo corneal	30
4.4. Protocolo de estudio.....	31
4.4.1. Variables independientes	31
4.4.2. Variables dependientes.....	31
4.4.3. Variables controladas	32
4.4.4. Variables no controladas	32
4.5. Procedimiento del estudio.....	33
4.5.1. Consideraciones éticas y de protección de datos	33
4.5.2. Calendario	33
4.5.3. Procedimiento preoperatorio	34
4.5.4. Procedimiento de la cirugía.....	34
4.5.5. Procedimiento postoperatorio	34
4.6. Análisis de datos	35
 5. Resultados y Discusión	 36
5.1. Descripción demográfica de la muestra	36
5.2. Análisis estadístico de las variables controladas del estudio	37
5.3. Análisis comparativo entre incisiones	38
5.4. Análisis descriptivo de las variables de estudio.....	40
5.5. Cambios corneales esperados mediante una topografía real	42

6. Conclusión	44
6.1. Limitaciones.....	44
6.2. Futuros estudios	45
 7. Referencias Bibliográficas	 46
 8. Anéxos.....	 56
8.1. Consentimiento informado oficial y anexo del presente estudio	56
8.2. Hoja de recogida de datos	58
8.3. Calendario	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura del Marco teórico

Figura 2.1. Resumen de las partes del cristalino.....	4
Figura 2.2. Esquema de los principales tipos de catarata senil.....	7
Figura 2.3. Catarata nuclear	8
Figura 2.4. Catarata cortical.....	9
Figura 2.5. Catarata subcapsular posterior.....	10
Figura 2.6. Biometría ultrasónica de contacto	12
Figura 2.7. Biometría ultrasónica de inmersión.....	12
Figura 2.8. Esquema de las principales partes de la cirugía	14
Figura 2.9. Nomograma de Gills para corregir el astigmatismo de 1.00 a 4.00 D con incisiones relajantes limbares	17
Figura 2.10. Esquema de las diferentes técnicas para corregir el astigmatismo.....	18
Figura 2.11. Lente multifocal refractiva	21
Figura 2.12. Lente multifocal difractiva	21

Figuras del Método

Figura 4.1. Biómetro de interferometría óptica <i>IOL Master</i> de <i>Zeiss</i>	29
Figura 4.2. Autorefractómetro y queratómetro automático <i>KR-8100</i> de <i>Topcon</i>	30
Figura 4.3. Topógrafo <i>Pentacam</i> de <i>Oculus</i>	30

Figuras de los Resultados y Discusión

Figura 5.1. Porcentaje de hombres y mujeres de la muestra.....	36
Figura 5.2. Porcentaje de los tipos de catarata en la muestra de pacientes a estudiar	36
Figura 5.3. Evolución del meridiano más curvo de la córnea en las tres situaciones del estudio	41
Figura 5.4. Evolución del astigmatismo total en las tres etapas del estudio.....	42
Figura 5.5. Mapa sagital del preoperatorio	43
Figura 5.6. Mapa sagital a la semana de la intervención	43
Figura 5.7. Mapa sagita a las 8 semanas de la intervención	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas del Método

Tabla 4.1. Variables de estudio extraídas del topógrafo corneal	30
------------------------------------------------------------------------------	----

Tablas de los Resultados y Discusión

Tabla 5.1. Estadísticos descriptivos de las variables de la muestra, así como de los parámetros de la córnea en función del grupo de estudio. Comparativa entre ambos grupos con el test Mann-Whitney U	37
Tabla 5.2. Comparación entre incisiones en las distintas variables de estudio.....	39
Tabla 5.3. Datos obtenidos en el preoperatorio, postoperatorio a la semana y a las 8 semanas	41
Tabla 5.4. Parámetros corneales del paciente seleccionado.....	42

1. INTRODUCCIÓN

La esperanza de vida ha aumentado considerablemente en los últimos años, con una edad media de 77.2 años para los hombres y 83.7 años para las mujeres, lo que ha provocado el incremento de la población geriátrica. Como profesionales de la visión, debemos saber y entender cuáles son los cambios a nivel ocular que se producen en este tipo de pacientes, así como los cambios en la refracción, y cuáles son las enfermedades características que les afectan (Carretalá, 2010).

Una de las alteraciones que se dan con mayor frecuencia en la población geriátrica es la opacificación del cristalino, o como coloquialmente se nombra, la catarata, que se define como la pérdida de transparencia, total o parcial, del cristalino natural, asociada a una disminución progresiva de la visión y, a menudo, a cambios de refracción. Estudios recientes indican que la prevalencia de la catarata, en personas mayores de 60 años, es de entre un 53% y 58% en el norte y sur de India, respectivamente (Vashist et al, 2011). Igualmente, este porcentaje aumenta con la edad, alcanzando a más del 60% de la población a partir de los 70-75 años de edad, con un aumento más pronunciado en edades avanzadas (Acosta et al, 2006). Por tanto, las cataratas son un problema que atañe a gran parte de la población mayor y por ello debemos dedicarle la atención adecuada.

El tratamiento de las cataratas consiste en la cirugía, cuyo procedimiento ha mejorado considerablemente con el paso de los años. Su historia empieza con la reclinación del cristalino o “*couching*”, a principios del 800 a.C., técnica que consistía en empujar el cristalino hacia la cavidad vítrea a través de una incisión en la córnea, o esclera, mediante una aguja. Siglos más tarde (hacia el 1747) se desarrolla la cirugía extracapsular, en la que se realizaba una incisión en la parte inferior del limbo para practicar una capsulotomía anterior y, presionando el globo ocular, extraer la catarata. En esta técnica no se aplicaba anestesia ni suturas, lo que aumentaba los riesgos de infecciones y complicaciones. A continuación, se empezó a utilizar la cirugía intraocular (siglo XIX), la cual surgió como solución a la dificultad que presentaba la extracción de las cataratas no maduras, eliminando el cristalino en su totalidad. Posteriormente, la técnica extracapsular evolucionó para preservar la cápsula posterior del cristalino con el fin de reducir el riesgo de complicaciones y, más tarde, se empezó a implantar una lente intraocular (LIO) de polimetilmetacrilato (PMMA) de cámara posterior en el saco capsular, a través de una incisión esclerocorneal de 6-8mm de ancho (Malhotra, 2008).

Actualmente, se realiza la facoemulsificación de la catarata, que consiste en el uso de ultrasonidos para fragmentar el cristalino. En esta técnica se efectúa una incisión en la córnea de unos 2-3mm aproximadamente, paralela al limbo esclerocorneal, a través de la cual se realiza una capsulotomía para poder acceder al cristalino, fragmentarlo con el facoemulsificador y posteriormente aspirarlo. Una vez extraída la catarata, se implanta una lente intraocular mediante un inyector y finalmente se introduce antibiótico para evitar posibles infecciones.

Hoy en día se intenta ir un paso más allá en la cirugía de cataratas, es decir, además de extraer el cristalino al paciente, se intenta emetropizarlo, reduciendo en lo posible su refracción, ya sea mediante una cuidadosa selección de la potencia de la lente intraocular implantada, o reduciendo o eliminando el astigmatismo corneal a través de la propia incisión que se aplica. Debe tenerse en cuenta, además, que en los pacientes sin astigmatismo corneal prequirúrgico, se debe practicar una incisión que no modifique ese estado refractivo, es decir, que no induzca astigmatismo.

Existen numerosos estudios que hablan de las diferentes técnicas quirúrgicas que reducen el astigmatismo, son ejemplos: las incisiones limbares relajantes (RLI), que suelen ser 2 incisiones arqueadas paralelas al limbo esclerocorneal colocadas en el meridiano más curvo y el más plano de la córnea, similar a la antigua queratotomía arcuata (Kaufmann et al, 2005); y las incisiones opuestas en córnea clara (OCCI) colocadas simétricamente a lo largo del eje más curvo del astigmatismo corneal (Mamalis, 2009; Medcote et al, 2009). A pesar de que se habla mucho de ellas y parecen ser las más eficaces en cuanto a disminuir el astigmatismo corneal, en la literatura no aparecen estudios en los que se comparen sus efectos.

Por otro lado, se deben hacer incisiones que no induzcan astigmatismo durante la cirugía (SIA). Estudios recientes indican que existe una menor probabilidad de que aparezcan astigmatismos no deseados con incisiones de pequeña longitud, en la zona temporal y, según algunos autores, los túneles esclerales producen menor SIA que las incisiones limbares o en córnea clara, es decir, cuanto más lejos del centro corneal se haga la incisión, menor será su efecto en el astigmatismo corneal (Dewey et al, 2014).

Consecuentemente, observamos que realizar la incisión idónea es un proceso complejo ya que al querer reducir astigmatismo prequirúrgico debemos realizar una incisión cercana al centro corneal, mientras que si pretendemos no inducir astigmatismo, la incisión será más alejada. En nuestra búsqueda bibliográfica hemos encontrado algunos estudios que nos indican en qué lugar respecto al limbo debemos hacer la incisión corneal para no inducir astigmatismo, pero no existen estudios que aborden con detalle el tema de las incisiones limbares para reducir el astigmatismo en córnea clara. Es ahí donde radica nuestra investigación.

En el presente trabajo pretendemos adentrarnos en la opacificación del cristalino de un modo quirúrgico, haciendo hincapié en la variación del astigmatismo en función de la posición de la incisión respecto al limbo, en cirugía de facoemulsificación. Para ello, diseñamos un estudio experimental prospectivo realizado a 44 pacientes con catarata senil (44 ojos), de edades comprendidas entre 50 y 90 años, con astigmatismos corneales menores a 4 dioptrías (D) que fueron operados de cirugía de catarata con facoemulsificación. Estos pacientes se dividieron en 2 grupos: en el primero se realizó la incisión principal a 0.5mm del limbo y en el segundo grupo a 1.5mm, ambos incidiendo en el meridiano más curvo de la córnea. Una semana tras la intervención, y de nuevo a las 8 semanas, se realizó una topografía corneal (Pentacam) y una refracción ocular con el autorefractómetro, viendo, así, cuál de las dos incisiones resultaba en un menor grado de astigmatismo corneal residual. La hipótesis que nos planteamos es que los pacientes con la incisión principal a 1.5mm del limbo tendrán menor astigmatismo corneal

postoperatorio que los pacientes sometidos a la incisión a 0.5mm del limbo, ya que creemos que cuanto más cerca se haga la incisión del centro de la córnea, mayor aplanamiento se obtendrá y, por tanto, más se reducirá el astigmatismo corneal.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PROCESO DE ENVEJECIMIENTO DEL CRISTALINO

El cristalino es una lente biconvexa (**Figura 2.1.**) situada en la cámara posterior del globo ocular, entre el humor acuoso y el cuerpo vítreo, sujeto a los procesos ciliares mediante los ligamentos de la Zónula de Zinn. La mayor parte de sus funciones son posibles gracias a su perfecta transparencia: ésta se consigue gracias a la ausencia total de vasos sanguíneos, a la disposición de las fibras, a un exquisito balance electrolítico, y a la disposición de sus proteínas, su peso molecular, concentración y volumen (Sánchez y Sánchez, 2009). A continuación destacamos las principales funciones que proporciona el cristalino a la función visual:

- Dióptrico ocular, aportando aproximadamente 15-20 dioptrías (D) al estado refractivo del globo ocular.
- Acomodación, que consiste en el cambio en la curvatura y grosor del cristalino para enfocar los objetos situados a distintas distancias del observador.
- Absorción de la radiación ultravioleta (UV). El cristalino adulto absorbe la mayoría de radiaciones, principalmente aquellas por debajo de los 370 nm, para evitar que se produzcan daños en la retina.

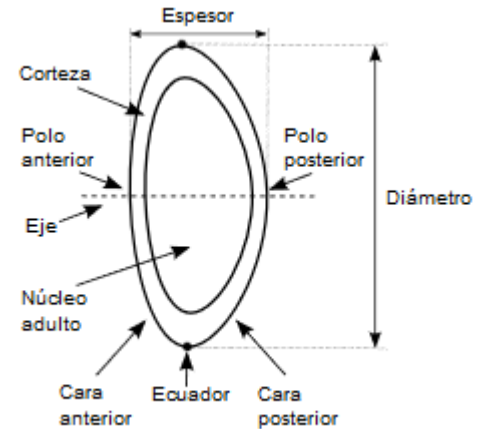


Figura 2.1. Resumen de las partes del cristalino (Hermann von Helmholtz, 1925)

El cristalino sufre a lo largo de la vida cambios fisiológicos: el primero es el fenómeno mecánico de la pérdida de acomodación, que sucede en la cuarta década de la vida aproximadamente (Sánchez y Sánchez, 2009). El córtex del cristalino, con la edad, va perdiendo flexibilidad y el núcleo se ensancha, produciéndose, además, cambios en las proteínas de la lente (Michael y Bron, 2011).

El cristalino sufre, también, modificaciones involutivas que se manifiestan en cambios en su composición y, por tanto, en su transparencia. A partir de los 40 años existe un continuo incremento de la dispersión de la luz producida por la lente, más pronunciada en el córtex profundo en comparación del córtex superficial y el núcleo (Michael y Bron, 2011). Un estudio en 2007 demuestra que la dispersión de la luz se incrementa exponencialmente con la edad, empezando a los 40 años, siendo el doble a los 65 y el triple a los 77 (Van Den Berg et al, 2007).

El cristalino se compone en gran parte de proteínas denominadas cristalinas que tienen como función mantener la transparencia de la lente y sus características refractivas para enfocar la luz en la retina. A lo largo de la vida, estas proteínas sufren modificaciones y llegan a producirse alteraciones en el cristalino, tales como cambios en la pigmentación del mismo, adoptando un tono más amarillento, incremento de su fluorescencia, con mayor rapidez cuando existe

catarata, aumento de las proteínas insolubles en agua y de su agregación, etc. (Sánchez y Sánchez, 2009).

Por tanto, el proceso de envejecimiento del cristalino da lugar a la catarata senil. La aparición de la catarata senil se relaciona con dos teorías: por un lado, la ruptura del equilibrio de las reacciones oxidantes y antioxidantes de las proteínas de la lente (Lorente y Mendicute, 2008) y, por otro, las modificaciones postsintéticas debidas al propio envejecimiento (Harding, 1994). Ambas teorías explican el fenómeno de la cataratogénesis, pues cualquiera que sea la causa de la alteración proteica, el fenómeno final acaba siendo la oxidación.

2.2. CATARATAS

Definimos catarata como una alteración oftálmica que consiste en la pérdida de transparencia parcial o total del cristalino que resulta en la opacidad del mismo, por tanto, impidiendo el paso de la luz a la retina y causando la pérdida de visión reversible.

Como hemos señalado anteriormente, la catarata es un fenómeno que ocurre tarde o temprano en el proceso de envejecimiento del cristalino. Es una alteración que afecta a gran parte de la población, sobre todo a la población geriátrica. De hecho, se considera la causa más frecuente de ceguera reversible en el mundo y representa el 45% de la ceguera mundial (considerando que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define como ceguera una agudeza visual inferior a 20/400 o un campo visual de 10° o menor). La mayor expectativa de vida y el crecimiento de la población determinan que la prevalencia mencionada vaya en aumento, siendo más pronunciada en mujeres que en hombres, debido probablemente al descenso de estrógenos tras la menopausia (Acosta et al, 2006). Así, se estima que el 50% de las personas en la sexta década de vida y el 100% de las personas en la octava década poseen opacificaciones significativas en el cristalino.

En un estudio en Perú, se vio que la causa más frecuente de ceguera fue la catarata, con un 58%, seguida por el glaucoma (13.7%) y, por último, la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), con un 11.5% (Campos et al, 2014). Otro estudio en Canadá, realizado bajo las mismas condiciones que el anterior, indicó, también, que la causa de ceguera con mayor prevalencia fue la catarata, con un 29.9%, seguida de la DMAE (13.0%) y otras causas de enfermedades retinianas (11.9%) (Maberley et al, 2006). Por tanto, vemos que tanto en un país en vías de desarrollo como en un país acomodado, la catarata sigue siendo la causa de ceguera más relevante, aunque, como es lógico, en Perú con datos más altos que en Canadá.

2.2.1. FACTORES DE RIESGO

Aunque su etiología es multifactorial, es importante determinar los factores de riesgo conocidos en la aparición de las cataratas (Abraham et al, 2006). Los primeros estudios que se realizaron (1988) sobre factores de riesgo ya apuntaban que la edad estaba relacionada con la aparición de las cataratas, siendo el factor más significativo en su desarrollo (Marks et al, 1988).

Otros factores que condicionan su aparición son algunas enfermedades sistémicas como la diabetes mellitus, la hipertensión arterial o la hipercolesterolemia. La primera sucede por dos mecanismos, uno osmótico, ya que la propia enfermedad hidrata las fibras cristalinas (Butler, 1994) y, por tanto, modifica la estructura y composición de las proteínas del cristalino; y otro, a través de una modificación de las proteínas, volviéndolas insolubles, provocando que precipiten y formen opacidades (Zarina et al, 2000). Un estudio en 1998 concluyó que la diabetes estaba relacionada con la opacidad cortical y subcapsular posterior (Klein et al, 1998).

Respecto la hipertensión arterial, estudios han demostrado que tanto la sistólica (Khan et al, 1977) como la diastólica (Clayton et al, 1980) son factores de riesgo para la aparición de la catarata. Algunos autores comentan que la catarata se podría originar en el propio tratamiento antihipertensivo (Cumming and Mitchell, 1998), aunque aún se desconoce el mecanismo exacto.

La exposición a radiación ultravioleta es otro de los factores implicados en la aparición y desarrollo de las cataratas. El daño provoca disminución de los antioxidantes locales (Fris et al, 2008) y se produce con mayor afluencia en la corteza anterior de la lente, ya que es la que mayor energía radiante recibe, sobretodo, en el cuadrante nasal inferior, (Sasaki et al, 2003) resultando en una catarata cortical.

El empleo de fármacos, de corticoides en especial, también puede producir una catarata. Desde los años 60 se habla de la relación entre los corticoides orales y la catarata, si bien en corticales inhalados la relación no es tan evidente. Estudios confirman que éstos inducen la formación de una catarata subcapsular posterior (Carnahan y Goldstein, 2000).

Además, algunos autores apuntan que podría existir un componente hereditario, aunque aún se está investigando en ello. Así, se han realizado varios estudios, como el de Framingham en 1994, en el que se encontró un aumento de la frecuencia de catarata entre hermanos, aunque estos autores no supieron diferenciar si era por causa hereditaria o por factores ambientales. Otro estudio concluye que la herencia justifica un 48% de los casos de catarata relacionada con la edad, un 38% es consecuencia directa de la edad y un 14% es debido a factores ambientales (Hammond et al, 2000)

Otros de los factores de riesgo conocidos es el tabaco, por disminución de antioxidantes endógenos y por daño directo, al acumularse metales pesados como cadmio, plomo y cobre (Cheng et al, 2000). Algunos estudios relacionan la opacidad nuclear y subcapsular posterior con el tabaco (DeBlack, 2003), el alcohol y una dieta pobre en alimentos antioxidantes. Por su

parte, *The Lens Opacities Case-Control Study* demostró que la vitamina C protegía frente a la catarata (Leske et al, 1991), aunque otros autores no encontraron esta relación. Debe mencionarse que es muy complicado establecer qué alimentos influyen y cuáles no en el desarrollo y prevención de las cataratas.

2.2.2. CLASIFICACIÓN

Existen varias clasificaciones de las cataratas, según su morfología, el grado de madurez, la forma de afectación, etc. No obstante, nosotros únicamente citaremos los diferentes tipos y subtipos y nos centraremos básicamente en las cataratas asociadas a la edad, ya que es con el tipo de pacientes que trabajaremos en la parte práctica de ésta memoria.

Primeramente, se puede distinguir entre catarata congénita y adquirida. El primer caso es detectada al nacer o durante los primeros 12 meses de vida del niño, producida por la existencia de una lesión hereditaria o bien, por una agresión sobre el embrión durante su desarrollo en el embarazo (Malhotra, 2008).

La catarata adquirida, por otra parte, es la principal causa de pérdida de visión entre los mayores de 55 años. Dentro de este tipo, existen las cataratas traumáticas, que se caracteriza por presentarse mayoritariamente en la población joven, causadas por cualquier tipo de lesión; las cataratas secundarias, que aparecen como consecuencia de una oftalmopatía primaria, como una uveítis anterior (la más frecuente), desprendimiento de retina, isquemia ocular, tumores o glaucoma; las cataratas metabólicas, que aparecen en enfermedades que cursan con alteraciones en el metabolismo como la diabetes, hipoglucemia, galactosemia, etc; las cataratas tóxicas, relacionadas con el consumo de fármacos o agentes tóxicos, sobre todo cuando se trata de corticoides, como hemos mencionado anteriormente (Zigler y Datiles, 2011); por último, nos encontramos con la catarata senil, que describiremos a continuación.

La **catarata senil** es la catarata relacionada con la edad que ocurre a partir de los 55 años de edad. Existen varias formas de cataratas asociadas a la edad, cuyas morfologías implican diferentes etiologías en los distintos subtipos de catarata. Las formas más frecuentes son: catarata nuclear, catarata cortical y catarata subcapsular posterior (CSP) (Michael y Bron, 2011) (**Figura 2.2.**).

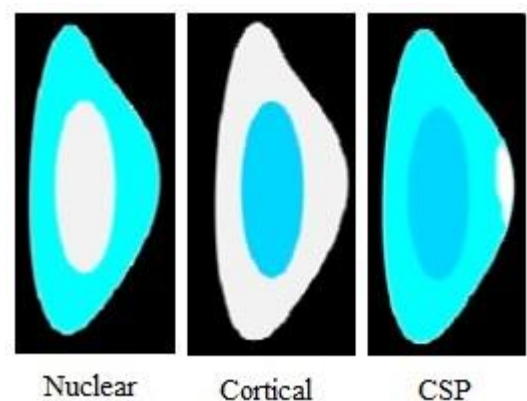


Figura 2.2. Esquema de los principales tipos de catarata senil. Se representa en blanco la opacidad de la lente.

2.2.2.1. Catarata nuclear

La catarata nuclear es la opacidad de la lente que se localiza en el núcleo del cristalino, cuya forma está determinada por la disposición concéntrica de las fibras que la componen (**Figura 2.3.**). Aparece como una exageración de la esclerosis normal o endurecimiento del núcleo, con el consecuente cambio del índice de refracción de la lente. Así, su modificación química conduce a un color del núcleo del cristalino amarillento, seguido de un tono marrón y, por último, un avanzado estado oscuro (Truscott, 2005).



Figura 2.3. Catarata nuclear (Kuroda et al, 2002).

Es el tipo de catarata más frecuente en personas mayores de 60 años según diferentes investigaciones. Un estudio realizado en la India comparó los diferentes tipos de catarata en el Norte y en el Sur. En cuanto a catarata nuclear, se obtuvo una prevalencia de un 48% y un 38%, respectivamente, siendo la forma más frecuente de catarata (Vashist et al, 2011).

Su progresión es continua y lenta, aunque variable para cada etapa e individuo, llevando a una opacidad uniforme y homogénea (Michael y Bron, 2011), con una agudeza visual (AV) que permanece en 6/9 (notación Snellen) por largos periodos de tiempo (Malhotra, 2008).

Usualmente resulta en un incremento de la miopía y del astigmatismo, causado por el cambio de índice de refracción y el endurecimiento en la lente (Brown y Hill, 1987). Varios autores han investigado sobre la tendencia de los errores refractivos en catarata y se ha observado que la catarata nuclear produce un cambio miópico significativo en la refracción del paciente (Wong et al, 2001), aunque recientemente se ha descrito que también existen pequeñas modificaciones en el eje del astigmatismo (Amparo et al, 2014).

2.2.2.2. Catarata cortical

Las cataratas corticales se pueden localizar en la zona ecuatorial del cristalino y pueden afectar la periferia total de la lente, sobretudo en el segmento nasal-inferior de la misma, dónde se ha visto mayor prevalencia de este tipo de catarata (Michael y Bron, 2011). Por su localización, en general no afectan a la agudeza visual hasta que la opacidad alcanza al eje visual. Muchas cataratas corticales permanecen en la periferia por muchos años, incluso décadas, antes de que el eje central se vea afectado, causando la pérdida de visión tardía. Se observa que los pacientes pueden tener una agudeza visual de 6/12 o mejor (notación Snellen) durante mucho tiempo, especialmente cuando la catarata cortical tiene una baja densidad, permitiendo que llegue la suficientemente luz a la mácula para estimularla adecuadamente (Malhotra, 2008).

Este tipo de cataratas es menos común que las nucleares o las subcapsulares posteriores (CSP), aunque son las más frecuentes en jóvenes. El estudio en India comentado anteriormente observó que la catarata cortical era la de menor prevalencia tanto en el Norte como en el Sur de India, con un 7.6% y un 10.2%, respectivamente (Vashist et al, 2011).

La capa cortical es menos compacta que el núcleo y, sin embargo, es más propensa a deshidratarse como resultado del desequilibrio del balance electrolítico, que eventualmente conduce a disrupción de las fibras corticales de la lente. Dicho en otras palabras, con la edad hay un incremento en la permeabilidad de la membrana de las células de la lente, que lleva a un incremento interno de iones de sodio (Na^+) y calcio (Ca^+). Estos cambios conducen a una sobrehidratación y a la pérdida de proteínas, resultando en catarata cortical (Sanderson et al, 2000). Sin embargo, este tipo de catarata puede ser causado, también, por estrés osmótico (Malhotra, 2008).

Se pueden diferenciar dos tipos de opacidades en la catarata cortical: En forma de punto y sombras radiales (**Figura 2.3.**) y circulares y en forma de rayo, cuneiformes o de cuña. La primera forma aparece en las etapas más tempranas y son pequeñas opacidades periféricas en el córtex de la lente que evolucionan con la edad a opacidades radiales y circulares (Michael et al, 2008). La segunda forma es más predominante y se debe a la morfología de la organización de las fibras, empezando en las zonas para-ecuatorial anterior y posterior con pequeñas opacidades, para progresar, más tarde, hacia los polos y el ecuador de la lente, produciendo áreas opacas más grandes, gruesas y densas. Cabe decir que existe un retraso de varios años entre la aparición de una forma y otra de catarata (Vrensen y Willekens, 1990).



Figura 2.4. Catarata cortical (Edwards S. Harkness Eye Institute, 2003)

En comparación con la catarata nuclear, las variables de la catarata cortical implican un proceso discontinuo en el que la progresión es asimétrica (Michael y Bron, 2011). Asimismo, estudios revelan que la catarata cortical puede estar asociada a una tendencia hacia la hipermetropía (Wong et al, 2001), si bien un estudio reciente indica que existen cambios en la potencia del astigmatismo en este tipo de catarata (Amparo et al, 2014).

2.2.2.3. Catarata Subcapsular Posterior (SCP)

La catarata subcapsular posterior es una opacidad subyacente al polo posterior de la cápsula de la lente, localizada en el centro del eje visual, que se asocia a migración posterior de las células desde el ecuador de la lente al polo posterior. En estadios tempranos, los pacientes tienen dificultad en el enfoque de los objetos, especialmente en tareas de cerca, debido a que, cuando la pupila se contrae durante la acomodación, la luz que entra en la misma se concentra en el centro, donde la SCP está localizada, causando que la luz se disperse e interfiera en el enfoque de las imágenes en la mácula. Además, debido a que está localizada en el punto nodal de la lente, suele provocar un efecto de la visión desproporcionado respecto a su densidad (Malhotra, 2008).

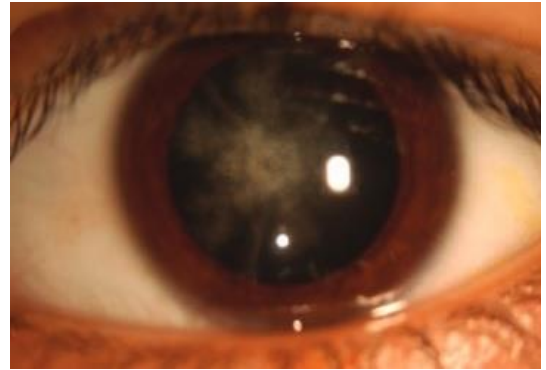


Figura 2.5. Catarata subcapsular posterior (Santiago-Cabán et al, 2008)

En estadios iniciales, la opacificación aparece como partículas de tamaño similar al polvo en la zona central de la capsula posterior (**Figura 2.5.**). Posteriormente, éstas se densifican, llevando a un adelgazamiento de la capsula, y a una calcificación de la placa en estados avanzados (Malhotra, 2008).

Clínicamente, el estudio de Wong et al indica que no hay indicios que asocien este tipo de catarata a ninguna tendencia en cuanto a error refractivo se refiere (Wong et al, 2001). No obstante, recientemente se ha visto que existen cambios en el eje del astigmatismo relacionados con la SCP (Amparo et al, 2014).

2.2.2.4. Mixtas

Las cataratas pueden iniciarse como un tipo bien diferenciado y, a medida que van evolucionando, van afectando a otras áreas del cristalino, convirtiéndose así en cataratas mixtas. Este tipo implica que la catarata ya está en un grado avanzado de madurez y que la progresión es más que evidente.

2.2.3. SINTOMAS

Las cataratas pueden causar una gran variedad de quejas y cambios visuales, incluyendo visión borrosa, dificultad para visualizar las imágenes debido a los deslumbramientos, percepción de la visión de colores atenuados, aumento de la miopía y visión doble ocasional (Zigler y Datiles, 2011). A continuación, describiremos los más importantes:

- *Disminución de la agudeza visual (AV)*: Es el síntoma más característico, debido a la opacificación del cristalino. Se instaura de forma lenta y progresiva, con mayor apreciación en ambientes muy iluminados.
- *Deslumbramiento*: Es debido a la dispersión de los rayos de luz en el cristalino y se ve más pronunciado en la CSP, aunque también existe en la catarata cortical y con menos frecuencia en la nuclear.
- *Miopización*: Debido al aumento de la densidad óptica y del grosor del cristalino, aumenta su poder dióptrico. Por ello, los pacientes con presbicia mejoran su AV en visión próxima y en ocasiones pueden llegar a prescindir de sus gafas.
- *Diplopía monocular*: Es la visión doble con un solo ojo que se pone de manifiesto al ocluir uno de los dos ojos. Se debe a que existen zonas en la lente con diferente poder dióptrico que producen que la imagen se proyecte sobre dos o más zonas de la retina.

2.3. CIRUGÍA DE CATARATAS

2.3.1. MEDIDAS PREOPERATORIAS

En toda operación se deben de hacer unas pruebas preoperatorias con el objetivo de reducir los riesgos asociados con la cirugía y la anestesia y, así, aumentar su calidad y seguridad (García et al, 2003). Además, con ellas incrementamos la probabilidad de éxito en el cálculo de una lente intraocular, por lo que es necesario que se realicen con la mayor exactitud posible.

Muchas pruebas se consideran relevantes para el cálculo de la lente intraocular (LIO), aunque no todas son de obligada realización. Algunas de ellas son la agudeza visual (AV), antes y después de la operación, la refracción objetiva y subjetiva, el recuento endotelial, la medida del blanco-blanco (desde el limbo temporal al nasal), el estudio del segmento anterior y del fondo de ojo y la aberrometría. El oftalmólogo es quien deberá decidir las pruebas indicadas en cada caso (Blázquez y Díaz, 2013).

A la hora de hacer el cálculo de una lente intraocular, cualquiera que sea la fórmula que apliquemos, necesitamos conocer al menos la longitud axial (LA) del ojo, la profundidad de la cámara anterior (PCA) y la queratometría para determinar el grado de astigmatismo prequirúrgico (Garzón et al, 2008). Los dos primeros parámetros se evalúan a través de la

biometría ocular, que mayoritariamente se basa en la medida por ultrasonidos (ultrasonografía de contacto o de inmersión), o en la interferometría óptica.

La biometría ultrasónica de contacto (**Figura 2.6**) consiste en emitir un haz de ultrasonidos hacia el interior del ojo a través de una sonda o transductor que se coloca en contacto con la córnea. Este haz se propaga a través de los tejidos oculares, con distintas velocidades de propagación en función de los diferentes medios, sufriendo fenómenos de reflexión y refracción al pasar de uno a otro. Cuando tiene lugar el paso entre 2 medios con distinto índice de refracción (densidad), una porción de la onda de sonido es reflejada de vuelta al transductor. En el caso del ojo, la primera reflexión ocurre en la cara posterior de la córnea, seguida de la cápsula anterior del cristalino, después la cápsula posterior del cristalino y, por último, en la retina. Asimismo, el instrumento mide el tiempo que tarda el sonido en viajar de una interfaz a otra y, así, se determina la distancia recorrida, entre ellas la longitud axial, es decir, la suma total de los tiempos que ha necesitado la onda para recorrer cada medio multiplicados por la constante de la velocidad del sonido en cada medio (Malhotra, 2008 y Garzón et al, 2008).



Figura 2.6. Biometría ultrasónica de contacto (Garzón et al, 2008)

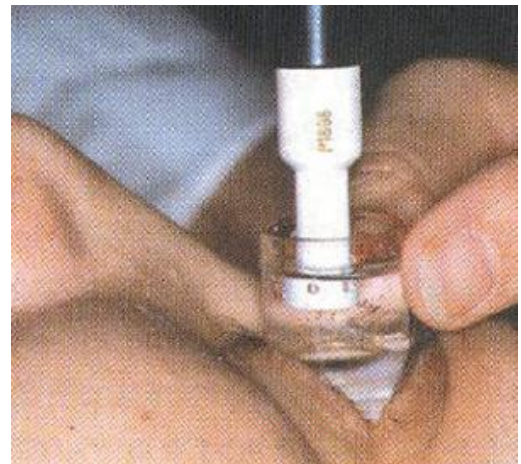


Figura 2.7. Biometría ultrasónica de inmersión (Garzón et al, 2008)

En la biometría de inmersión (**Figura 2.7**) se coloca sobre la córnea del paciente una cápsula en forma de cilindro en la que se instila suero o lágrima artificial y en la que se introduce la sonda biométrica, con lo que se evita el contacto de la córnea. Según los diversos estudios, las diferencias entre hacer una biometría de contacto y una de inmersión están entre 0.14 y 0.36mm. Ésta última resulta más exacta en pacientes con LA menor a 22mm, blefaroespasma y fijación deficiente (Garzón et al, 2008). Sin embargo, se trata de una técnica más molesta para el paciente y más difícil de dominar.

Por otro lado, el biómetro óptico emplea una fuente de luz con coherencia parcial y funciona como un interferómetro de Michelson modificado. La técnica consiste en dividir un haz de luz infrarroja en 2 haces que se proyectan con un retraso conocido entre ambos y que puede ser modificado. La luz del primer haz se refleja en el epitelio pigmentario retiniano y efectúa un camino de regreso hacia el receptor. Variando el retraso de ambos haces, llegará un momento en que se producirá una coincidencia entre las 2 señales enviadas al receptor, las llamadas señales de interferencia constructiva. Una vez conocido este retraso, podemos calcular la

distancia entre las 2 estructuras y, así, calcular la longitud axial exacta del ojo (Malhotra, 2008).

La introducción de la interferometría aplicada a la biometría preoperatoria ha supuesto un avance hacia medidas más precisas y fiables de la LA y la PCA (Drexler et al, 1998), incluso llegando a ser 10 veces más precisa que la biometría ultrasónica. Efectivamente, en esta última se ejerce una pequeña aplanación por el contacto directo córnea-sonda, disminuyendo así la PCA y, por tanto, la LA. Por último, debe resaltarse que las medidas ofrecidas por biometría óptica suelen ser ligeramente mayores a las de ultrasonografía, debido principalmente a que la primera mide hasta el epitelio pigmentario retiniano y la segunda hasta la membrana limitante interna de la retina, por distinto límite de reflexión de la luz infrarroja y la onda de ultrasonidos (Garzón et al, 2008).

2.3.2. CIRUGÍA ACTUAL DE CATARATA

La técnica de facoemulsificación de la catarata está cambiando constantemente y existen cantidad de variaciones de un mismo método. En este apartado explicaremos brevemente las etapas básicas que se siguen desde que el paciente entra en el quirófano hasta que se ha realizado la intervención.

Antes de empezar la cirugía se aplica un midriático en el ojo para dilatar la pupila para que sea mucho más cómodo para el cirujano trabajar, aunque también es posible instilarlo horas antes de la operación, o durante la intervención. A continuación, se desinfecta la zona expuesta alrededor del ojo con disolución de povidona yodada y se instilan gotas de anestésico tópico o intracamerular para bloquear el dolor, así como un sedante para relajar al paciente (Cano y Rubio, 2004)

Una vez se ha preparado al paciente, se coloca un blefaróstato con el fin de mantener el ojo abierto y se procede a comenzar la operación. En primer lugar se realizan dos incisiones, una principal (más amplia) por la que se introducirá el facoemulsificador y el inyector de la LIO y otra secundaria (más pequeña), por la que se introducirá el resto del instrumental (Blázquez y Díaz, 2013).

Más tarde, se realiza una capsulorrexis circular continua de la cápsula anterior del cristalino por dónde se accederá al núcleo. Mientras se va aplicando viscoelástico tantas veces como sea necesario (fluido espeso y transparente que permite mantener la cámara anterior sin que se colapse, además de servir para proteger estructuras como el endotelio corneal).

El siguiente paso consiste en inyectar líquido en el espacio existente entre la cápsula y la corteza periférica del cristalino, quedando de esta forma libre de enlaces. A continuación, se realiza la facoemulsificación (sistema de irrigación y aspiración a través de ultrasonidos) creando uno o dos surcos para facilitar la fragmentación y aspiración, tal como se observa en la

Figura 2.8. Al mismo tiempo se va aplicando un flujo continuo de solución de lavado (Manchón y Serrano, 2008). Es importante que el ojo se encuentre constantemente hidratado por dentro y por fuera para evitar que se seque.

Extraídos todos los fragmentos del cristalino y restos de viscoelástico, se pule la cápsula y, a través de un inyector, se coloca la LIO, la cual se introduce plegada a través de la incisión principal y una vez en el interior, se despliega (**Figura 2.8.**).



Figura 2.8. Esquema de las principales partes de la cirugía. A la izquierda, el facoemulsificador aspira el cristalino, en el centro, se introduce la LIO con el inyector y, a la derecha, se muestra la lente colocada en el saco capsular. (Torres Imaz, Centro de Oftalmología y Cirugía Ocular)

Para finalizar la cirugía se instila una mezcla antibiótica dentro del ojo y se sellan las incisiones corneales, mediante suturas mínimas o sin suturas, inyectando Ringer Lactato a presión, provocando un edema que produce el cierre. En ocasiones, el cirujano combina ambas opciones (Cano y Rubio, 2004).

Por último, se procede a la limpieza ocular, que será diferente en función del tipo de anestesia utilizado: si la anestesia ha sido con instilación tópica de colirios anestésicos, se aplicarán gotas antibióticas de corticoides y el ojo se mantendrá sin cubrir; en cambio, si la anestesia utilizada fue la punción retrobulbar, se aplicará una pomada antibiótica y el ojo permanecerá tapado durante 24 horas (Arocas et al, 2008).

2.3.3. INCISIONES Y ASTIGMATISMO

Se estima que existe una prevalencia del 70% aproximadamente de astigmatismo corneal en la población con cataratas. El 64.4% de los pacientes presenta astigmatismos entre 0.25 y 1.25 dioptrías (D) y el 22.2% astigmatismos de 1.50 D o mayores (Ferrer et al, 2009). Por tanto, es un error refractivo abundante en la población de estudio y, por ello, cada vez las técnicas quirúrgicas van evolucionando para corregirlo o inducir el menor astigmatismo posible en pacientes con bajo astigmatismo prequirúrgico o que carecen de él. Para ello, se emplean diferentes incisiones, caracterizadas por la profundidad, orientación y situación de las mismas. A continuación, describiremos las incisiones que se utilizan ya sea para corregir astigmatismo o para evitar inducirlo en aquellos pacientes sin astigmatismo prequirúrgico.

2.3.3.1. Incisiones para corregir el astigmatismo corneal

2.3.3.1.1. Incisión en el eje del astigmatismo en córnea clara (OAI)

La forma más básica y sencilla de modificar el astigmatismo preexistente es crear una incisión en córnea clara en su meridiano más curvo para aprovechar el efecto de aplanamiento de la incisión y ayudar a reducir el astigmatismo en ese eje.

Esta técnica puede corregir el astigmatismo corneal de leve a moderado, modificando la longitud de la incisión, su profundidad y la distancia desde el centro de la córnea (Prissant et al, 2002; Gonçalves y Rodrigues, 2007). Se ha demostrado que incisiones de 2.8 y 3.2 mm de longitud proporcionan resultados satisfactorios en cuanto a seguridad, eficacia y resultados refractivos. En 2006, se comparó el efecto de corrección del astigmatismo en incisiones opuestas en córnea clara (OCCI) con incisiones individuales en el eje más curvado (OAI). Ambas técnicas utilizaron incisiones de 3.2 mm de longitud. Los resultados indicaron que ambos métodos eran eficaces para la corrección del astigmatismo, si bien OCCI mostró una reducción más marcada (1.66 ± 0.5 D y 0.85 ± 0.75 D, respectivamente) (Khokhar et al, 2006).

Esta técnica, sin embargo, presenta 2 limitaciones claras: por un lado se observa que las pequeñas incisiones son insuficientes para corregir el astigmatismo pre-existente de más de 1.00 D y, por otro, el centrado de la incisión en ciertos meridianos es técnicamente difícil, como es el caso de astigmatismos que requieran incisiones supero-nasales o ínfero-nasales en el ojo izquierdo (Wang et al, 2003).

2.3.3.1.2. Incisiones opuestas en córnea clara (OCCI)

Esta técnica consiste en realizar 2 incisiones corneales simétricas en puntos opuestos del meridiano más curvado de la córnea, separadas 180 grados ($^{\circ}$), y situadas a 1.5-2.0 mm dentro del borde de los vasos limbares. Esta técnica parte del supuesto de que se forma un tejido de curación entre las dos incisiones y que el efecto del tejido añadido resulta en un aplanamiento de la córnea (Comez y Ozkurt, 2012).

Este método es eficaz para la corrección del astigmatismo corneal de leve a moderado. Sin embargo, en ojos con grados de astigmatismo elevado se recomienda utilizar un método alternativo o una combinación de 2 o más métodos (Gills et al, 2002). Como inconveniente grave de esta técnica se incluye el aumento del riesgo de endoftalmitis debido a la naturaleza penetrante de las incisiones, en comparación con métodos no penetrantes.

Lever y Dhan fueron los primeros en aplicar OCCI en el eje más curvado para corregir el astigmatismo preexistente durante la cirugía de cataratas. Los resultados mostraron una modificación significativa, pasando de 2.80 D en el astigmatismo medio prequirúrgico a 0.75 D en el postquirúrgico (Lever y Dhan, 2000).

2.3.3.1.3. Incisiones relajantes limbares (LRI)

Esta técnica consiste en realizar 2 incisiones curvilíneas en el limbo esclerocorneal que producen un aplanamiento del meridiano más curvo, debido al efecto de adición de tejido a lo largo del mismo meridiano. Se considera la técnica preferida para reducir el astigmatismo preexistente en la cirugía de catarata en casos de astigmatismo bajo a moderado, o incluso alto. Gills propuso que podían llegar a corregirse los astigmatismos de 8.00 D, aunque habitualmente se utilizan para astigmatismos entre 0.50 y 4.00 D (Gills, 2002). Esta técnica también parece tener ventajas potenciales sobre la córnea, al ser un método rápido y fácil, sin necesidad de tecnología especial y con bajo coste, causando una menor distorsión e irregularidad en la topografía corneal y una menor variabilidad en la refracción, al realizarse fuera del eje visual. Además, puede proporcionar estabilidad en la visión postoperatoria ya que reduce los deslumbramientos y la incomodidad del paciente, con menores riesgos de perforación en la córnea y sobrecorrección del astigmatismo (Comez y Ozkurt, 2012).

Kaufmann et al compararon la LRI con incisiones en el eje (OAI) y observaron que el efecto de aplanamiento fue de 0.41 D en el grupo OAI y 1.21 D en el grupo LRI. Así pues, la cantidad de reducción de astigmatismo logrado en el meridiano previsto fue significativamente más favorable con la técnica de LRI y se mantuvo constante durante todo el seguimiento (Kaufmann et al, 2005).

Los inconvenientes de esta técnica ponen de manifiesto que se trata de un método cirujano-dependiente, ocasionando algún grado de variabilidad e imprevisibilidad. Asimismo, tiene un

menor efecto de aplanamiento debido a su localización lejos del centro óptico de la córnea: por tanto, para tener un efecto sustancial sobre la curvatura de la córnea, la incisión debe de ser relativamente larga. Además, incisiones limbares de mayores de 120° de arco, especialmente cuando se colocan en posición nasal o temporal, pueden desnervar la córnea y resultar en ojo seco y problemas de cicatrización. También cabe decir que esta técnica contraindicada en trastornos de córnea ectásicos, ya que los resultados son impredecibles y pueden desestabilizar aún más la córnea.

Debe mencionarse que Gills propuso un nomograma (**Figura 2.9.**) para las LRI en pacientes mayores de 73 años. Este autor estableció que era necesaria una incisión de 6mm para cada 2.00 D de astigmatismo, con una profundidad de 600 micras, a excepción de pacientes mayores de 80 años, en los que se aplicaba una profundidad de 500 micras (Gills, 2002).

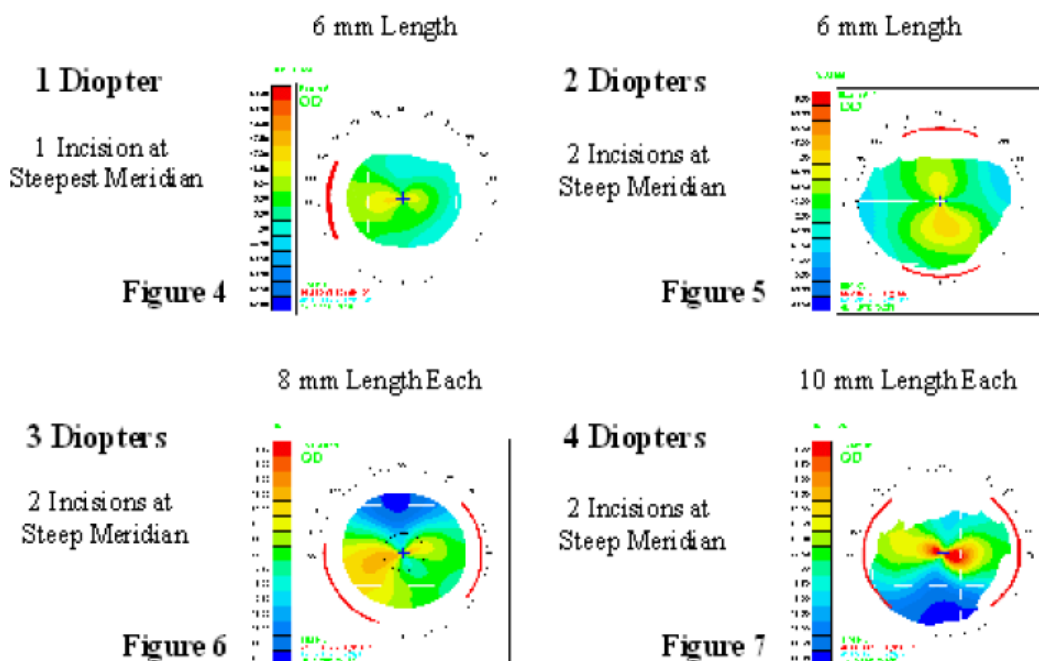


Figura 2.9. Nomograma de Gills para corregir el astigmatismo de 1.00 a 4.00 D con incisiones relajantes limbares (Gills, 2002)

2.3.3.1.4. Incisiones periféricas relajantes corneales (PCRIs)

Se trata de incisiones paralelas al limbo que ocupan los principales meridianos de la córnea, pudiendo ser simples o dobles, rectas o arqueadas, penetrantes o no. Habitualmente se realizan 2 incisiones arqueadas separadas 90° de distancia que provocan cambios en los meridianos principales de la córnea, es decir, al incidir en el meridiano más curvo, éste se aplanan, mientras que el meridiano ortogonal se encorva. Gracias a la combinación entre el aplanamiento en el eje más pronunciado y el encorvamiento en el eje más plano se obtiene la cantidad total de

corrección de astigmatismo. Este fenómeno se describe como efecto de acoplamiento (Lindstrom, 1990). Así pues, cuanto mayor es la longitud del arco de las incisiones corneales, más efecto de acoplamiento tendrá en ese meridiano. Por lo tanto, cuanto mayor sea la incisión, más aplanamiento se obtendrá, hasta llegar a un límite en las longitudes de arco de 90°, a partir del cual se pierde la eficacia de la técnica.

Por otra parte, se ha observado que las incisiones más cercanas al centro óptico resultan en mayor aplanamiento. También se ha visto que en incisiones no penetrantes, cuanto mayor sea la profundidad, más efecto de aplanamiento se produce, aunque en este caso existe el riesgo de perforaciones en la córnea (Comez y Ozkurt, 2012).

En un estudio de 2003 se analizó la eficacia de las PCRI en la corrección del astigmatismo corneal durante la cirugía de cataratas. Los resultados mostraron una disminución significativa tanto en el astigmatismo a favor de la regla (mayor potencia en el meridiano vertical) como en contra de la regla (mayor potencia en el meridiano horizontal), siendo la reducción de 0.55 D y 1.18 D, respectivamente. Por tanto, se demostró que este tipo de incisiones fueron eficaces para reducir el astigmatismo pre-existente (Wang et al, 2003). Sin embargo, aunque es un procedimiento rápido y fácil, los resultados de ésta técnica son poco predecibles, sobre todo en los niveles más altos de astigmatismo, pudiendo incluso modificar el eje o inducir astigmatismo irregular (Comez y Ozkurt, 2012).

A continuación, y en forma de resumen, presentamos un esquema (**Figura 2.10.**) dónde se observan los diferentes tipos de incisiones para corregir el astigmatismo y, así, poder visualizar sus diferencias.

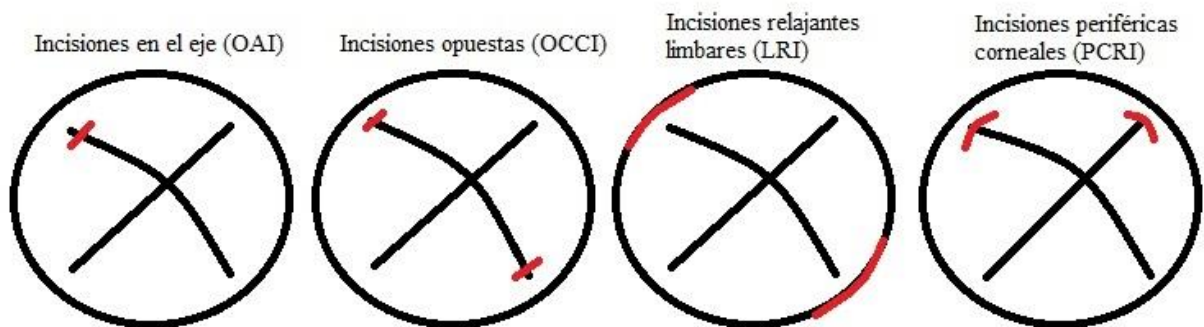


Figura 2.10. Esquema de las diferentes técnicas para corregir el astigmatismo. Se representa en rojo la incisión.

2.3.3.2. Incisiones que no inducen astigmatismo (SIA)

Desde 1998 la **incisión temporal** en córnea clara (CCTI) ha sido la técnica más utilizada para no inducir astigmatismo postquirúrgico. En efecto, esta técnica se asocia a mínimos defectos astigmáticos, en comparación con incisiones superiores. Dado que el diámetro horizontal superficial de la córnea es mayor que el vertical, las incisiones temporales se encuentran más alejadas del eje visual y, por ello, tienen menor efecto astigmático (Dewey et al, 2014). El estudio de Marek et al comparó el astigmatismo inducido en incisiones temporales y superiores en córnea clara en cirugía de catarata. Los resultados describieron menor SIA en incisiones temporales (Marek et al, 2006). Así pues, las incisiones superiores inducen la mayor cantidad de astigmatismo, seguidas de las supero-temporales, nasales, supero-nasales y menos aún, las incisiones temporales, aunque las diferencias entre unas y otras son mínimas. Ermis et al revelaron que no existían diferencias significativas entre incisiones supero-nasales y supero-temporales. No obstante, estos autores observaron un ligero aumento de SIA en la incisión supero-nasal (Ermis et al, 2004).

Por otro lado, la evolución de la cirugía ha permitido realizar cambios en las técnicas de operación con el desarrollo de **microincisiones** (MICS): incisiones con una longitud de alrededor de 2 mm, mínimamente invasivas y que reducen el riesgo de astigmatismo inducido. Varios autores han demostrado que incisiones de entre 2.3 y 1.6 mm conducen a mejores resultados en términos de astigmatismo inducido (Kaufmann et al, 2009; Alio et al, 2010; Tong et al, 2008). Un estudio comparó entre incisiones de 5.2, 4.0 y 3.2 mm, describiendo que las incisiones más pequeñas producían un SIA menor de 0.50 D, con menor rotación en el eje del astigmatismo (Pfleger et al, 1996). Otro estudio más reciente comparó incisiones de 3.0, 2.2 y 1.6 mm, siendo el SIA resultante de aproximadamente 0.50 D en la incisión de 3.0 mm, de 0.25 D con la incisión de 2.2 mm y prácticamente nulo en 1.6 mm (Tagawa et al, 2007).

Por último, se ha visto que los **túneles esclerales** producen menor SIA que incisiones limbares o en córnea clara (Dewey et al, 2014). En 2001, se compararon los cambios topográficos y el astigmatismo inducido por la cirugía de cataratas en incisiones en córnea clara y en túneles esclerales en el meridiano de 120°. Los resultados indicaron claramente que los túneles esclerales inducían menor SIA que las incisiones en córnea clara, aunque ambas técnicas produjeron cambios en la orientación del eje del astigmatismo (Beltrame et al, 2001).

2.3.4. LENTES INTRAOCULARES (LIOs)

Una lente intraocular (LIO) consiste en una lente artificial fabricada con materiales biocompatibles como pueden ser la silicona o el material acrílico. Son introducidas plegadas sobre sí mismas a través de un inyector y colocadas en el saco capsular, donde se despliegan hasta alcanzar su posición definitiva. Su estructura básica consiste en la zona óptica central y las zonas de apoyo (hápticos o en forma rectangular, plato).

La implantación de una lente intraocular trata de buscar la ametropía del paciente. Por ello es importante un minucioso cálculo de la lente, tal y como hemos comentado en apartados anteriores. Así pues, existen diferentes tipos de lentes en función del error refractivo a corregir y de las necesidades del paciente. A continuación veremos los grandes grupos, sin entrar en mucho detalle, al tratarse de un aspecto que queda fuera de los objetivos principales del presente trabajo.

2.3.4.1. *Monofocales*

Este tipo de lentes constan de un único foco de enfoque nítido, que habitualmente se destina a corregir la visión lejana, con lo que el paciente necesitará gafas para distancias cercanas e intermedias. Sin embargo, existe una variante para conseguir una aceptable independencia de gafas, mediante la técnica de la **monovisión**, que consiste en que uno de los dos ojos se corrija con el fin de focalizar en distancias lejanas, mientras que en el otro se deja un cierto grado de miopía para enfocar en visión próxima o intermedia (Muñoz et al, 2009). Por ello, es importante saber cuál es el ojo dominante del paciente y sus necesidades visuales exactas.

Las lentes monofocales pueden diseñarse en perfiles esféricos y asféricos, estos últimos con el fin de corregir la aberración esférica corneal, normalmente compensada con la del cristalino natural. Las lentes esféricas, por su parte, son buenas en casos de pacientes sometidos a cirugías refractivas corneales previas en las que se ha modificado la esfericidad corneal (Blázquez y Díaz, 2013).

2.3.4.2. *Multifocales*

Estos diseños permiten una buena visión de lejos y cerca, con el objetivo principal de reducir o eliminar la dependencia de gafas. Este tipo de lentes están basadas en la multifocalidad, la habilidad natural del cerebro para adaptarse a la visión de lejos o cerca eligiendo entre dos imágenes producidas por diferentes elementos ópticos de la LIO, dependiendo de dónde mire el paciente. Es decir, el sistema visual recibe simultáneamente dos imágenes en la retina y selecciona una de las dos, en función de sus necesidades, suprimiendo la otra (Muñoz et al, 2009). Los diseños que utilizan las lentes multifocales son muy variados, pero normalmente se clasifican en dos grandes grupos: refractivos y difractivos.

Lentes multifocales **refractivas** (**Figura 2.11.**) que emplean un método refractivo multizonal, es decir, se definen dos potencias, para visión lejana y cercana, que están incorporadas dentro de anillos o zonas refractivas concéntricos con diferente índice de refracción (Muñoz et al, 2009). Así pues, este tipo de lentes son pupilo-dependientes, es decir, al aumentar el diámetro pupilar hay un mayor porcentaje de luz que entra por la zona periférica, ya sea destinada a visión de lejos o de cerca (es tradicional reservar la zona central para la visión de cerca, aprovechando la miosis que acompaña la convergencia).

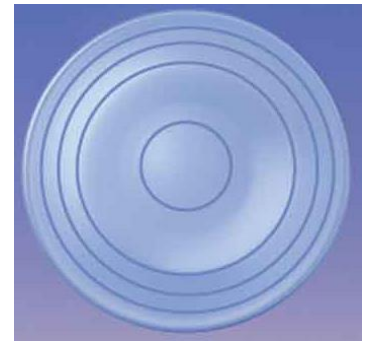


Figura 2.11. Lente multifocal refractiva (American Academy of Ophthalmology)

Las lentes multifocales **difractivas**, por su parte, se basan en la dispersión que experimenta la luz al atravesar un pequeño orificio en un cuerpo opaco o en el borde definido de un cuerpo transparente. Utilizan los principios ópticos de la difracción y refracción para obtener dos puntos focales independientes, lejos y cerca (Zelichowska et al, 2008). El efecto bifocal se consigue provocando la formación simultánea de un foco de lejos y uno de cerca debido al efecto de los escalones tallados en la lente, tal como se observa en la **Figura 2.12**, siendo la altura de estos escalones un determinante de la adición de la lente. Estos diseños ya no son pupilo-dependientes, o lo son en menor medida, con la excepción de sus variantes apodizadas, en las que la altura de los escalones disminuye hacia la periferia de la lente, para dar prioridad a la visión de lejos en pupilas mayores (por ejemplo durante la conducción nocturna).

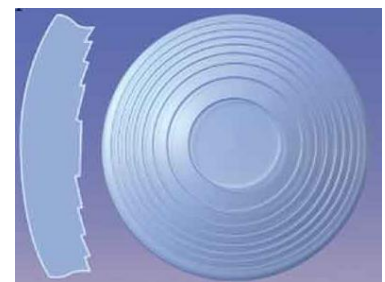


Figura 2.12. Lente multifocal difractiva (American Academy of Ophthalmology)

Por último, cabe destacar las lentes **híbridas**, basadas en una combinación de óptica refractiva en la zona periférica para obtener la potencia en visión lejana, junto con difractiva en la zona central, que nos proporciona la adicción necesaria a partir de los escalones incorporados en la superficie anterior de la lente (Garzón, 2008).

2.3.4.3. Acomodativas

Las lentes acomodativas pretenden imitar la acción fisiológica del cristalino humano mediante el movimiento del músculo ciliar. Al contraerse, se relajan las fibras zonulares y la energía liberada permite que la lente se mueva hacia delante, aumentando su potencia dióptrica efectiva para enfocar a distancias cercanas. No obstante, su óptica es monofocal, con lo que se puede concluir que el 100% de la luz llega al foco seleccionado (lejos, intermedio o cerca) (Blázquez y Díaz, 2013). Estos diseños, sin embargo, aún se encuentran en fase experimental y los estudios preliminares no son muy satisfactorios.

2.3.5. PRUEBAS Y CONTROLES POSTQUIRÚRGICOS

Una vez realizada la operación, se deben dar una serie de indicaciones precisas al paciente sobre los cuidados postoperatorios. Así, se le recomienda reposo relativo sin hacer esfuerzos durante 2 semanas, la utilización de un protector ocular al dormir, un aseo ocular sobre los párpados con agua hervida y evitar golpes en el ojo operado. Es importante avisar al paciente de que puede experimentar molestias, como un dolor ligero de cabeza por un par de días, ojo rojo o el párpado hinchado, así como lagrimeo ocasional, una ligera picazón y sensación de cuerpo extraño. Asimismo no se debe introducir agua o jabón en los ojos durante al menos una semana, se debe evitar el deporte y no se puede conducir hasta que el oftalmólogo lo considere oportuno.

El oftalmólogo debe visitar al paciente dentro de las 48 horas posteriores a la operación, aunque lo recomendado es hacer un control al día siguiente, a la semana y al mes de la intervención. En estas visitas se debe hacer una anamnesis detallada haciendo hincapié en si ha habido dolor ocular, disminución o mejora de la visión, lagrimeo o secreción. Igualmente, se evalúa la agudeza visual del paciente para comparar si ha habido mejora después de la operación, y se realiza una tonometría ocular, para verificar si la presión intraocular se encuentra normalizada. A continuación se realiza biomicroscopía del segmento anterior con el fin de observar que el edema corneal producido durante la intervención este controlado, asegurar que la LIO esté bien colocada y en su posición, observar que la incisión quirúrgica se esté cicatrizando y comprobar que no existan signos de inflamación ocular. Finalmente, se inspecciona el fondo de ojo para comprobar que no haya habido complicaciones postquirúrgicas como edemas maculares, que suelen ser habituales en este tipo de operaciones.

Una vez que se comprueba que dichas pruebas están dentro de la normalidad, el oftalmólogo receta unas pautas de antibióticos y antiinflamatorios esteroideos en forma de colirios. Habitualmente se suele recetar como antibióticos Ofloxacin o Vigamox, 4 veces al día durante la primera semana después de la operación, hasta que la herida operatoria este epitelizada y sellada, acompañado de una pauta descendiente de antiinflamatorios esteroideos como Prednisolona al 1%, Diclofenac o Ketorolac durante la primera y las 5 semanas posteriores.

2.3.6. RESULTADOS POST-QUIRÚRGICOS

El objetivo de la intervención es lograr la para-emetropía, considerada entre ± 1.00 D de error refractivo residual. Incluso, a veces, se tiende a dejar al paciente miope de -1.00 D, para permitirle una visión aceptable tanto en visión cercana como en visión lejana, en función de la opción de implantación de LIO que se haya realizado. Un estudio en 2011 evaluó los resultados refractivos y quirúrgicos en la cirugía de cataratas con LIO tórica y se vio que el 80% de los ojos operados lograron un equivalente esférico de entre ± 1.00 D y el cilindro postoperatorio se redujo significativamente en el 79% de los ojos, con una mejora de al menos 0.50 D de astigmatismo después de la cirugía (Pouyeh et al, 2011). Como ya hemos visto, el astigmatismo

se puede tratar mediante de incisiones quirúrgicas o bien se puede optar por la implantación de una LIO tórica, como en el estudio anteriormente mencionado, que puede ayudarnos a reducir aún más el astigmatismo preoperatorio.

Sin embargo, si no se domina bien la técnica y no se calcula adecuadamente el poder dióptrico de la lente intraocular en las diferentes circunstancias refractivas, ni el oftalmólogo ni el paciente quedarán conformes con los resultados obtenidos, constituyendo una sorpresa refractiva, es decir, un defecto refractivo no esperado tras la cirugía de cataratas. Para que este hecho no ocurra, los optometristas deben realizar las pruebas preoperatorias comentadas anteriormente con la mayor precisión y cuidado posible, ya que de ello va a depender que el paciente tenga unos buenos resultados visuales tras la intervención (Prado-Serrano et al, 2010).

En la literatura actual se han realizado varios estudios sobre la predicción del error refractivo post-quirúrgico con el fin de evitar la sorpresa refractiva. Uno de ellos analizó en 2129 pacientes si se podía predecir el error refractivo del segundo ojo, basándonos en la intervención del primer ojo. Los resultados indicaron que el 50% de los pacientes tenían una buena correlación entre los errores entre ambos ojos, excepto cuando la diferencia de poder corneal era superior a ± 0.60 D (Aristodemou et al, 2011). En un *case report* reciente se describe el caso de una señora de 83 años, intervenida del ojo derecho, a quien se realiza autorefractometría intraoperatoria después de la inserción de la LIO con el fin de evitar errores refractivos postoperatorios no esperados. El objetivo de la intervención era la corrección de una miopía de -1.78 D y la estimación que mostró el autorefractómetro fue de +1.10 D, lo que indicó que se llevara a cabo un intercambio de la LIO. La segunda estimación con la nueva LIO fue de -0.13 D y con ella se completó la operación. A los 3 años de la operación, la refracción de la paciente era de -0.25 D, por lo que los autores concluyen que, con este método, pudieron evitar la sorpresa refractiva (Hiramatsu y Fujisama, 2012). No obstante, es complicado evitar el error refractivo postquirúrgico. A continuación se exponen las razones por las que se pueden dar las sorpresas refractivas:

- *Medición de los parámetros preoperatorios:* Es importante, como se ha mencionado, tomar los valores esenciales (longitud axial, queratometría y profundidad de la cámara anterior) con la máxima precisión.
- *Efecto de la incisión:* Como hemos visto anteriormente, dependiendo de donde hagamos la incisión existe variación astigmática que puede llevar a incrementar o a reducir este error refractivo (Borasio et al, 2006).
- *Potencia de la lente intraocular:* El poder de la LIO implantada puede diferir de la potencia esperada debido al uso de una constante no optimizada en la fórmula elegida para su cálculo (Aristodemou et al, 2011), por el ajuste de la LIO en una posición diferente a la ubicación esperada (Preussner et al, 2004) o porque la potencia de la LIO se diferencia de la potencia marcada (Ravi et al, 2012).

- *Orientación de la LIO en caso de ser tórica:* La orientación de la LIO puede diferir de la orientación prevista, causado por una colocación incorrecta de la LIO durante la implantación o por la rotación de la LIO después de la implantación (Shah et al, 2012). También puede ser debido a un error en el marcaje del eje, ya que existe una importante ciclotorsión en posición supina. En promedio existe una desalineación de 4° en el eje de rotación del ojo (Dewey et al, 2014).

En cuanto a resultados de agudeza visual (AV), se ha visto que la intervención de cataratas mejora notablemente la visión de los pacientes. En un estudio en 2009, se evaluó de manera retrospectiva los efectos de la cirugía de cataratas sobre la agudeza visual en pacientes mayores de 80 años. Se observó que la agudeza visual postquirúrgica mejoró en todos los casos, aunque se obtuvieron más casos de AV postquirúrgica igual o mejor a 0.5 en el grupo de pacientes entre 80 y 89 años que en el grupo de mayores de 90 años, 90.6% frente a un 73.4%, respectivamente (Mehmet y Abuzer, 2009).

2.3.7. ESTABILIZACIÓN DE LOS RESULTADOS

Por lo general, la refracción del paciente no se prescribe al menos hasta 4 semanas después de la cirugía de cataratas, en el momento en que la inflamación corneal y la refracción automatizada se han estabilizado suficientemente para permitir la refracción fiable en gafas. Aunque este periodo puede variar dependiendo del tipo cirugía y de la incisión que se lleve a cabo (De Juan et al, 2013).

En 1995 se evaluó el tiempo de estabilización del astigmatismo y de la refracción tras 6 procedimientos diferentes en la cirugía de cataratas con implante de lente intraocular: incisiones en con sutura de 11 mm, 6.5 mm y 5.5 mm, incisión con sutura horizontal de 6.5 mm e incisiones sin sutura de 6.5 mm y 3.2 mm. Los resultados mostraron que las incisiones de mayor longitud (11 y 6.5 mm) con sutura no estabilizaron durante los 6 meses que duró el estudio; el grupo de sutura horizontal y sin sutura de 6.5 mm se estabilizó a los 3 meses; la incisión con sutura de 5.5 mm al mes y, por último, el grupo de incisión sin sutura de 3.2 mm se estabilizó a las 2 semanas. Por tanto, estos resultados indicaron que el momento que se debe recetar corrección postoperatoria difiere significativamente según el procedimiento seguido, y que las incisiones más pequeñas se asocian con menores cambios refractivos postquirúrgicos (Oshika y Tsuboi, 1995).

Más recientemente, en 2014, se estudió la estabilidad del astigmatismo queratómétrico después de incisiones limbares relajantes (LRIs) realizadas durante la cirugía de cataratas. Se midió el astigmatismo antes de la cirugía, a las 2 y 10 semanas después de la cirugía y a los 3 años. Los resultados observados indicaron que los efectos queratómétricos de las LRIs premanecieron estables entre 10 semanas y 3 años después de la operación (Lim et al, 2014). En general, los estudios publicados de LRIs en la cirugía de cataratas presentan un seguimiento medio de los pacientes de alrededor de 1 año, apuntando que este tipo de intervención precisa un mayor

seguimiento para establecer la estabilidad a largo plazo de la corrección lograda con esta técnica.

Por último, es importante destacar los estudios realizados en córnea clara. Masket y Tenned determinaron el tiempo de estabilización después de la cirugía con incisión temporal sin sutura de 3 mm de longitud. Se observó que la curvatura corneal se establecía 2 semanas después de la cirugía (Masket y Tenned, 1996), al igual que en el estudio de Juan et al, que realizó una incisión de 2.75 mm en córnea clara a las 11 en punto (Juan et al, 2013). Por tanto, parece ser que las incisiones en córnea clara son las que se estabilizan con mayor rapidez y, por ello, el tiempo de recuperación es más rápido y con menor riesgo de complicaciones postoperatorias.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar la influencia de la incisión corneal relajante en la corrección postoperatoria del astigmatismo en la cirugía de cataratas por facoemulsificación. Es decir, determinar, entre dos incisiones, a 0.50 mm y a 1.5 mm respecto al limbo esclerocorneal en córnea clara, cuál es la que provoca mayor reducción del astigmatismo corneal.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contemplar la relación entre el astigmatismo corneal y el meridiano más curvado de la córnea.
- Determinar el astigmatismo corneal de cara anterior y cara posterior en las diferentes situaciones del estudio.
- Observar si existe mayor variación del astigmatismo en aquellos pacientes con mayor astigmatismo corneal al inicio del estudio.
- Evaluar si existe variación en la asfericidad corneal en distintos puntos de la córnea.
- Evaluar si existen cambios de radio justo en la zona de la incisión en las distintas situaciones del estudio.
- Relacionar los datos oculares pre y post quirúrgicos para establecer cuál de los parámetros estudiados es más determinante en la evolución del paciente.

3.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Hoy en día el objetivo de la cirugía de catarata no es tan solo extraer el cristalino opacificado, sino también ofrecer al paciente la mejor visión posible. En el caso de que éste tenga astigmatismo, existen dos métodos principales para reducirlo, a través de una cuidadosa elección de la lente intraocular o mediante la propia incisión que se realiza en la intervención. El presente estudio se centra en aquellos casos en los que la cirugía de cataratas incluye incisiones a 0.50 mm y a 1.50 mm respecto al limbo en córnea clara con el fin de reducir el astigmatismo corneal. En la búsqueda bibliográfica encontramos algunos estudios que nos indican en qué lugar respecto al limbo debemos hacer la incisión corneal para no inducir astigmatismo corneal. Sin embargo, nuestra búsqueda no ha revelado estudios que aborden con detalle el tema de las incisiones limbares para reducir el astigmatismo en córnea clara. Por ello, es interesante aportar a la literatura información sobre este ámbito que no ha sido tan experimentado.

3.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La hipótesis principal que se plantea consiste en que los pacientes que hayan sido sometidos a una incisión 1.50 mm respecto al limbo en córnea clara presentarán una mayor reducción del astigmatismo postoperatorio en comparación con los pacientes sometidos a una incisión a 0.50 mm del limbo.

Respecto a las cuestiones más específicas, tanto en el caso que el astigmatismo se reduzca como en el que aumente, se debe tener en cuenta que estos cambios son causados por la incisión, es decir, la relación entre el astigmatismo corneal y el meridiano más curvado de la córnea debe estar presente en cualquier caso. Si el astigmatismo corneal se reduce, se reducirá la diferencia entre los dos meridianos corneales, es decir el meridiano más curvo (K_s) será más plano y posiblemente el más plano (K_f) se curvará; en cambio, si éste aumenta, ocurrirá lo contrario, aumentando la diferencia entre ambos radios. También es importante ver que si el astigmatismo de cara anterior es menor, también lo será el de cara posterior, debido a que se trata de una incisión penetrante y, por tanto, se modifica toda la córnea, sobretudo el meridiano más curvado (sin embargo, por la diferencia de índices de refracción entre la córnea y el humor acuoso, el astigmatismo corneal posterior debería tener un efecto mucho menor que el anterior). Por otra parte, se cree que, con independencia del tipo de incisión, se introducirán cambios en la zona tratada. Es decir, aparecerá un aplanamiento en esta zona de la córnea, tanto en la incisión a 0.50 mm como a 1.50 mm del limbo. Asimismo, se debe tener en cuenta que aquellos pacientes que poseen un astigmatismo preoperatorio más elevado obtendrán mayor reducción del astigmatismo con una incisión más próxima al centro de la córnea, es decir, a 1.50 mm del limbo esclerocorneal.

4. MÉTODO

4.1. MUESTRA DE PACIENTES

Para realizar este estudio fueron seleccionados 44 pacientes (44 ojos) con catarata senil, con edades comprendidas entre 50 y 90 años. Fue llevado a cabo en el Consorcio Sanitario de Terrassa (Hospital de Terrassa), practicando las cirugías de cataratas el Doctor Pujol.

Los 44 pacientes, 27 mujeres y 17 hombres seleccionados aleatoriamente, fueron divididos en dos grupos de 22 pacientes en los que se practicó una incisión límbica a 0.50 mm en el primer grupo y a 1.50 mm respecto al limbo en el segundo.

4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

El primer requisito que se planteó fue el tipo de catarata. Para uniformizar la muestra, todos los pacientes tenían catarata senil ya que, como se ha comentado en el marco teórico, es la clase más frecuente de catarata a partir de los 55 años de edad. En nuestro estudio nos encontramos pacientes de 54 a 89 años con cataratas seniles tanto corticales, SCP como nucleares, aunque la más frecuente fue la catarata corticonuclear.

El segundo criterio planteado es que el astigmatismo corneal fuera menor de 4.00 D, puesto que la mayoría de autores consideran este valor como máximo para realizar incisiones mínimamente controladas para reducir el astigmatismo.

Asimismo, necesitábamos que todas las variables relacionadas con la córnea estuvieran dentro de ciertos valores de normalidad con el fin de que solo fuera la incisión la que provocara cambios en la misma. Por ello, era esencial que los valores de profundidad de la cámara anterior fueran normales, entre de 2.10 y 3.94 mm (Weekers et al, 1973), al igual que su volumen, 185.51 ± 47.80 con un rango de 76-304 mm³ (Orucoglu et al, 2015), así como que el ángulo iridocorneal fuera mayor de 20° (Chen et al, 1998) y la paquimetría de aproximadamente 540 micras en el centro de la córnea y hasta 600 micras en la periferia (Miranda et al, 2012).

Por último, era imprescindible que los pacientes no presentaran patologías que afectaran a la córnea, es decir, necesitábamos córneas sanas. La córnea debía ser totalmente transparente, sin alteraciones como cicatrices, opacidades o cuerpos extraños. No se permitieron ojos con patologías como queratocono, queratitis, queratoconjuntivitis viral o estacional o pterigium, que afectan directamente al astigmatismo corneal. Solamente se consideró válido el gerontoxón, ya que es una alteración propia de la edad que no afecta a dicho astigmatismo. Tampoco se permitieron ojos sometidos a algún tipo de cirugía refractiva previa, ya que la córnea sería oblata en lugar de prolata y la paquimetría corneal estaría por debajo de los valores normales establecidos. Finalmente, también se descartaron todos los casos que habían sufrido

complicaciones durante la cirugía, como pacientes dónde se insertaron puntos de sutura o una lente de contacto terapéutica por mala cicatrización de la herida debida a la incisión.

4.3. INSTRUMENTOS EMPLEADOS

Como se ha mencionado, este estudio fue desarrollado en el Consorcio Sanitario de Terrassa (Hospital de Terrassa), concretamente en el área de oftalmología en el despacho 53 de consultas externas, que disponía de todo el material necesario para llevar a cabo esta investigación, y en el quirófano 34 de la tercera planta, donde se realizaron todas las cirugías de catarata. A continuación describiremos los instrumentos que fueron utilizados.

4.3.1. BIOMETRO DE INTERFEROMETRÍA ÓPTICA

Se empleó el instrumento *IOLMaster* de la casa comercial *Zeiss*(**Figura 4.1.**) para calcular, previamente a la operación, la lente intraocular que se implantaría a cada paciente. Como ya hemos comentado en anteriores apartados, este instrumento se encarga de realizar un mínimo de tres medidas de la queratometría corneal, la profundidad de la cámara anterior y la longitud axial de cada paciente, lo que nos permite tener un cálculo más exacto de la LIO. Las fórmulas biométricas más utilizadas fueron SRK/t y Hoffer Q. En casos dudosos de elegir una fórmula u otra, se calculaba con ambas y el mismo cirujano decidía cual utilizar previamente a la intervención, al igual que el tipo de lente intraocular a implantar.

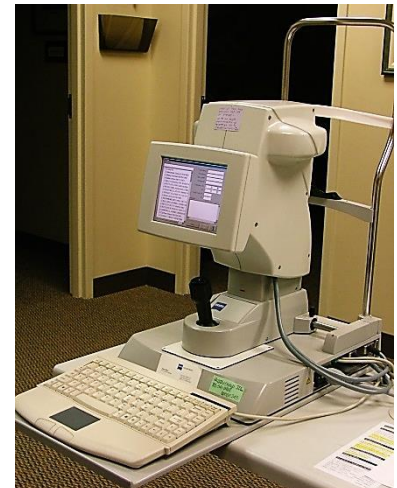


Figura 4.1. Biómetro de interferometría óptica *IOLMaster* de *Zeiss*.

Cabe mencionar que, en casi todos los casos, se pudo utilizar el biómetro de interferometría óptica. No obstante, hubo pacientes con una catarata muy madura en los que no pudo ser posible la utilización de éste, por lo que se empleó el biómetro ultrasónico de contacto, que media tanto la profundidad de la cámara anterior como la longitud axial, y se utilizaba la queratometría corneal medida por el queratómetro automático KR-8100 de *Topcon* para calcular la potencia de la lente intraocular.

4.3.2. AUTORREFRACTÓMETRO

Se empleó el autorrefractómetro KR-8100 (**Figura 4.2.**), que también cumplía la función de queratómetro automático. Se utilizó antes de la intervención, a la semana de la misma y 8 semanas después para evaluar la refracción total y el astigmatismo corneal total del paciente, siendo necesario un mínimo 5 medidas coherentes entre ellas para que el resultado tomado fuera considerado preciso y fiable.



Figura 4.2.
Autorrefractómetro y
queratómetro automático
KR-8100 de Topcon.

4.3.3. TOPÓGRAFO CORNEAL

En este caso utilizamos *Pentacam* de la casa comercial *Oculus*, un topógrafo basado en la toma de imágenes de Scheimpflug que fotografía la córnea desde todos los cuadrantes gracias a una cámara que gira 360° (**Figura 4.3**). La información que nos proporciona este topógrafo es en 3 dimensiones (3D) y, además, de darnos información de la superficie anterior de la córnea, también podemos describir la cara posterior de la misma e incluso, la cámara anterior y el cristalino.



Figura 4.3. Topógrafo
Pentacam de *Oculus*

Este instrumento era la base del estudio, ya que de él extraíamos la mayor parte de los datos y, como en el caso del KR-8100, todas las mediciones se realizaron antes de la operación, 1 semana después y 8 semanas más tarde. Para cada superficie corneal se examinaron las siguientes variables:

Parámetro	Descripción
AC	Astigmatismo corneal
Eje AC	Eje del astigmatismo corneal
Ks	Meridiano de menor radio corneal
Ks (8-10 mm)	Meridiano de menor radio a 8-10 mm del centro corneal
Kf	Meridiano de mayor radio de la córnea
Kf (8-10 mm)	Meridiano de mayor radio a 8-10 mm del centro corneal
Q	Asfericidad en el centro de la córnea
Q (6mm)	Asfericidad a 6 mm del centro corneal
Q (10 mm)	Asfericidad a 10 mm del centro corneal

Tabla 4.1. Variables de estudio extraídas del topógrafo corneal

Este instrumento también permitió verificar los parámetros definidos en los criterios de inclusión/exclusión comentados anteriormente, es decir, tanto el volumen como la profundidad de cámara anterior, el ángulo iridocorneal y la paquimetría en el centro de la córnea y en el punto más delgado de la misma.

Cabe destacar que el topógrafo contiene un control de calidad denominado “*Quality Factor*” (QS), aplicable en las mediciones de la cara anterior y posterior de la córnea, que nos proporciona una precisión en la medida de un 95% (Jain, 2009). Si este valor aparece alterado, la topografía tomada no es del todo fiable y, por tanto, se debe repetir la medida. En este estudio, si el QS salía alterado, se repetía hasta 5 veces la medida y, en el caso de que en todas ellas no fuera válido, se descartaba el paciente por imposibilidad de recoger datos fiables.

4.4. PROTOCOLO DEL ESTUDIO

Como se ha descrito en los objetivos, nuestro estudio consiste en averiguar qué incisión límbica corrige mayor astigmatismo corneal preexistente, a 0.50 mm o a 1.50 mm respecto a limbo esclerocorneal. A continuación describiremos las variables de estudio.

4.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

La variable que manipulábamos era el tipo de incisión límbica que se utilizaba. Es decir, respecto a los 44 pacientes seleccionados, se confeccionaron dos grupos de 22 pacientes cada uno, y se practicó una incisión límbica a 0.50 mm en el primer grupo y a 1.50 mm respecto al limbo en córnea clara en el segundo grupo. Ambos tipos de incisiones se habían empleado con anterioridad, pero no hay estudios que comparen sus resultados. Así, el estudio de Borasio et al consistía en comparar el efecto de aplanamiento inducido por incisiones temporales o sobre el meridiano más curvo en córnea clara, ambas a una distancia de 0.50 mm respecto al limbo (Borasio et al, 2006). Por el contrario, Gomez y Ozkurt, en un capítulo del libro “*Astigmatism – Optics, Physiology and Management*” indicaron que las incisiones opuestas en córnea clara (OCCI) se deben hacer a 1.50 – 2.00 mm dentro del borde de los vasos límbicos, tal y como hemos comentando en uno de los apartados del marco teórico.

4.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables que evaluamos en los pacientes intervenidos son el grado de astigmatismo refractivo y corneal, en este último caso valorado a partir de la variación de parámetros topográficos descritos anteriormente, como el grado de aplanamiento del meridiano más curvado de la córnea al hacer la incisión principal, que nos indicará si realmente se produce una reducción del astigmatismo corneal.

4.4.3. VARIABLES CONTROLADAS

En primer lugar, se verificaba que todos los pacientes cumplieran con los criterios de inclusión comentados anteriormente, sobretodo que no tuvieran patologías externas que alteraran las condiciones del estudio y los parámetros del astigmatismo corneal. Por otra parte, se controló que todas las intervenciones las realizara el mismo cirujano, el Doctor Pujol, junto con su residente, el Doctor Elnayef. Asimismo, tanto el equipo de enfermería de quirófano como los mismos doctores, comprobaron que el material utilizado fuera siempre el mismo o, en su defecto, substituidos por otros utensilios del mismo calibre. Era de especial interés el tamaño del bisturí, que debía ser siempre de 2.80 mm, y el grosor del inyector de la lente intraocular, que debía caber en dicha incisión. Cabe destacar, también, que todos los pacientes fueron implantados con lentes intraoculares monofocales esféricas, otra medida que nos permitía mantener la situación del estudio controlada, ya que al reducir las aberraciones, nos permitía medidas del astigmatismo total mucho más precisas. Por último, se revisó la fiabilidad de todas las pruebas pre y postoperatorias, puesto que tanto en la biometría, la autorrefractometría, como la topografía se realizaban un mínimo de medidas para garantizar la calidad y la veracidad de los datos, además que algunos de estos instrumentos, como se ha visto, incorporan un control de calidad de los datos capturados.

Igualmente, como veremos en el apartado de resultados, se controlaron otros factores, como la edad, el estado refractivo preoperatorio, etc., entre los dos grupos experimentales, para que ambos grupos se pudieran considerar lo más iguales posible en todos los aspectos menos en la propia incisión.

4.4.4. VARIABLES NO CONTROLADAS

La principal variable que no se pudo controlar fue la disponibilidad de los pacientes, sobre todo en las pruebas postoperatorias. En este estudio se estipularon 3 visitas para realizar las pruebas comentadas: antes de la operación, a la semana de la intervención y a las 8 semanas. Algunos de los pacientes no acudían a dichas citas, bien por olvido o bien por no poder asistir. Puesto que el tiempo es importante en las medidas postoperatorias, ya que la estabilidad del astigmatismo se ve condicionada por el momento en que se tome la medida, se procuraba que no pasara más de 1 semana de lo acordado en realizar las pruebas postoperatorias indicadas. En caso contrario, se debería descartar el paciente.

Otra variable que fue imposible de controlar fue el astigmatismo ocasionado tanto por la catarata nuclear como por la cortical, puesto que ambas inducen un pequeño astigmatismo, como hemos comentado en el marco teórico. Esto nos afectará a la medida del astigmatismo refractivo total postoperatorio, puesto que al extraer el cristalino opacificado se disminuirá el astigmatismo subjetivo de los pacientes, independientemente de la incisión realizada en la córnea.

4.5. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Los sujetos seleccionados eran pacientes derivados de sus “*Centros de Atención Primaria*” (CAP) que previamente ya habían sido visitados por un oftalmólogo y habían sido diagnosticados con catarata senil de un grado claramente avanzando para operarlos, considerándose avanzado una agudeza visual menor o igual a 0.50 en la escala de Snellen. El mismo oftalmólogo indicaba, también, cuál era el ojo que debía operarse.

4.5.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE PROTECCIÓN DE DATOS

Los sujetos debían estar completamente informados de los riesgos médicos que existen en la cirugía de cataratas y las pruebas que se realizarían en nuestro estudio. Para ello, se entregaba un consentimiento informado sobre la cirugía de la catarata con un anexo explicando el estudio a realizar (**Anexo 8.1**), que los pacientes debían de leer y firmar conforme habían comprendido dichos riesgos y cumplir las normas que se establecían, tanto sobre la operación y los medicamentos que debían o no de tomar antes y después de la intervención, como las específicas que se establecían en nuestro estudio, puesto que habitualmente, no se realizaban las pruebas de autorrefractometría y topografía corneal.

En el mismo formulario de consentimiento informado también se explicaba que los datos personales que facilitaban los pacientes eran anónimos y sólo se utilizarían para fines médicos y fines relacionados con el estudio, de acuerdo con la *LO 15/1999* de Protección de Datos de Carácter Personal.

Tanto las pruebas como los datos de los pacientes se recogían y archivaban en un mismo portafolio donde se guardaba las hojas de datos de cada paciente (**Anexo 8.2.**). A continuación, dichos datos se pasaban a un documento Excel para su análisis posterior.

4.5.2. CALENDARIO

El estudio lo dividimos en tres etapas: el preoperatorio, el postoperatorio a la semana y el postoperatorio a las 8 semanas. Cada semana se operaba un grupo de 6 – 7 pacientes, así que la semana anterior se realizaban las pruebas preoperatorias y la semana posterior, las postoperatorias, la misma que realizaban las medidas preoperatorias el grupo de pacientes que se operaba la semana siguiente. Así se hizo durante los meses de octubre a diciembre hasta conseguir un mínimo de 20 pacientes por cada incisión limbal. Una vez que se realizó esta primera parte del estudio, se fueron citando los primeros grupos de pacientes para realizar las medidas postoperatorias a las 8 semanas de la intervención. Así pues, este estudio se realizó durante octubre de 2014 y febrero de 2015 (**Anexo 8.3.**).

4.5.3. PROCEDIMIENTO PREOPERATORIO

Previamente a la cirugía se revisaba el historial de los pacientes que iban a ser operados de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Posteriormente se les citaba una semana antes de la operación y se les realizaban tres pruebas: Biometría, autorrefracción y topografía.

4.5.4. PROCEDIMIENTO DE LA CIRUGÍA

Justo antes de entrar a quirófano, se marcaban las posiciones de 0° y 180° en el limbo esclerocorneal con un rotulador esterilizado y con el paciente sentado en posición vertical en la lámpara de hendidura para evitar la torsión ocular producida en posición supina.

A continuación se preparaba al paciente para entrar al quirófano, es decir, se le entregaba ropa esterilizada con el fin de evitar al máximo las infecciones, se dilataba la pupila del paciente minutos antes de entrar a quirófano y se desinfectaba el ojo a operar con povidona yodada. Por último, se instalaban gotas de anestésico tópico o una inyección intracamerular, según indicara el anestesista. Después, se colocaba un blefaróstato y se empezaba la operación.

Con la ayuda de un compás se marcaba en posición supina el eje del astigmatismo más curvado respecto las marcas anteriormente pintadas con el rotulador esterilizado. Una vez marcado, con el compás se medían 0.50 mm o 1.50 mm desde el limbo esclerocorneal y se realizaba una incisión de 2.80 mm de longitud justo en el eje marcado. Posteriormente, se realizaba la incisión secundaria a 90° respecto la primera con un margen de error de unos 20°. Por tanto, se pretendía realizar incisiones periféricas relajantes corneales (PCRIs), es decir, la intención era aplanar el eje más curvado del astigmatismo y encorvar el meridiano más plano con el fin de reducir el astigmatismo corneal.

Siguiendo con el procedimiento descrito en el capítulo 2, mientras se aplicaba viscoelástico, se realizaba una capsulorrexis de la cápsula anterior del cristalino para poder acceder al núcleo del mismo. Después, se inyectaba líquido con el fin de que el cristalino quedara libre de enlaces y poder facoemulsificarlo. Una vez que se extraían todos los fragmentos del cristalino y los restos de viscoelástico, se introducía la lente intraocular plegada a través de un inyector por la incisión principal, que posteriormente se desplegada y se colocaba en la cápsula del cristalino. Por último, se instilaba un antibiótico y se sellaban ambas incisiones con Ringer Lactato a presión, lo que provocaba un edema corneal a cambio de no realizar suturas.

4.5.5. PROCEDIMIENTO POSTOPERATORIO

A la semana de la intervención, se volvieron a citar los pacientes para repetir la prueba de autorrefractometría y la topografía corneal para determinar los cambios que se habían producido. Finalmente, a las 8 semanas se repetían las mismas pruebas, es decir, cuando el

astigmatismo corneal y la refracción ya se habían estabilizado completamente, tal y como comentábamos en el marco teórico. En los estudios de Masket y Tened o Juan et al los autores demostraron que el astigmatismo corneal con incisiones en córnea clara se estabilizaba a las 2 semanas (Masket y Tened, 1996; Juan et al, 2014) y Lim et al, 2014, decían que el astigmatismo corneal se estabilizaba a partir de las 10 semanas en incisiones relajantes limbares (LRI). Puesto que nuestro estudio se trata de realizar incisiones periféricas relajantes corneales y aún no se ha realizado ningún estudio sobre la estabilización del astigmatismo en dicha técnica, estipulamos un periodo entre los dos estudios encontrados, es decir, 8 semanas. Así, veríamos cómo evoluciona la córnea después de la operación durante ese tiempo.

4.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

El análisis estadístico de los datos se desarrolló mediante programa estadístico IBM SPSS, versión 19, para Windows, a partir de una base de datos recogida en una hoja Excel. De cada paciente se seleccionó un único ojo, al azar, para el análisis estadístico.

Mencionaremos que, en el caso del astigmatismo topográfico, este instrumento nos presenta el astigmatismo en forma cilindro y eje. Para facilitar su análisis e interpretación, lo convertimos en componentes J0 y J45, que representan el astigmatismo vertical y horizontal para el primer caso y el astigmatismo oblicuo para el segundo (Thibos et al, 1997). Esta descomposición vectorial se basa en las siguientes ecuaciones:

$$J0 = - C \cos (2\theta)/2$$

$$J45 = - C \sin (2\theta)/2$$

Donde C es el valor del cilindro y θ el ángulo del eje del astigmatismo.

Previamente al análisis propio de los datos, realizamos el test de normalidad Kolmogorov-Smirnov, donde se vio que la mayoría de variables del estudio tenían una distribución no normal y que, por ello, se nos recomienda presentar los resultados en forma de mediana y rango intercuartil (si bien también presentamos la media, por su carácter más intuitivo). Por la misma razón, utilizamos estadística no paramétrica interferencial para examinar si existen diferencias estadísticas entre los distintos tipos de incisión. Así, se empleó el test de Mann-Whitney para examinar la significación estadística de las diferencias entre ambos grupos de estudio (al tratarse de grupos no pareados, pacientes distintos). Por su parte, para evaluar las posibles diferencias entre los datos preoperatorios, postoperatorios a la semana y a las 8 semanas utilizamos el test de Wilcoxon (al ser ahora el mismo paciente).

En todo caso definimos una significación estadística de $p < 0.05$, que es el valor normal en estudios clínicos en los que el error máximo que se admite es de un 5% (es decir, al repetir varias veces el estudio con muestras distintas, esperaríamos encontrar la misma significación estadística en más de un 95 % de los casos).

5. RESULTADOS Y DISCURSIÓN

En este apartado describiremos los resultados obtenidos, analizando, en primer lugar, los estadísticos descriptivos de la muestra y, en segundo, examinando la significación de las diferencias halladas entre ambos grupos de estudio.

5.1. DESCRIPCIÓN DEMOGRÁFICA DE LA MUESTRA

Disponemos de una muestra de 44 pacientes divididos en dos grupos: 22 pacientes (22 ojos) sometidos a una incisión a 0.50 mm del limbo y 22 pacientes (22 ojos) a 1.50 mm respecto al limbo esclerocorneal, con una edad promedio global de 74.25 años, una mediana de 76 y un rango intercuartil de 9 años. El primer grupo se compone de 11 hombres y 11 mujeres y en el segundo grupo se presentan 16 y 6 hombres (Figura 5.1.).

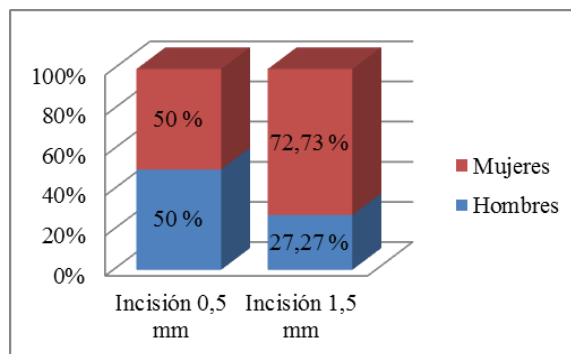


Figura 5.1. Porcentaje de hombres y mujeres en la muestra

En el grupo de la incisión a 0.50 mm se intervinieron 9 ojos derechos (40.90%) y 13 izquierdos (59.09%), mientras que en el grupo a 1.50 mm, fueron 13 ojos derechos (59.09 %) y 9 izquierdos (40.90%).

La mayoría de los sujetos operados presentaban catarata corticonuclear (CN), un 68.18 % respecto la muestra completa, es decir, 30 pacientes, lo que conlleva que el cristalino opacificado preoperatorio, por lo general, presente un aumento tanto de miopía como de astigmatismo, aunque también podría resultar en un aumento de la hipermetropía debido al componente de catarata cortical (la cantidad de aumento de miopía o hipermetropía dependerá de la proporción de catarata cortical o nuclear que tenga cada paciente). Lo que si podemos asegurar es que habrá un pequeño aumento del astigmatismo en ambos tipos de opacidad. Respecto al 31.81 % restante de la muestra, el 13.65% (6 pacientes) presentaban una catarata SCP, el 4.55 % (2 pacientes) una catarata mixta con los 3 tipos de opacidad y un solo paciente (2.27%) mostraba una mezcla de catarata cortical. En el 11.36% restante de la muestra (5 pacientes) no se tenía constancia del tipo de catarata en el historial clínico (Figura 5.2.).

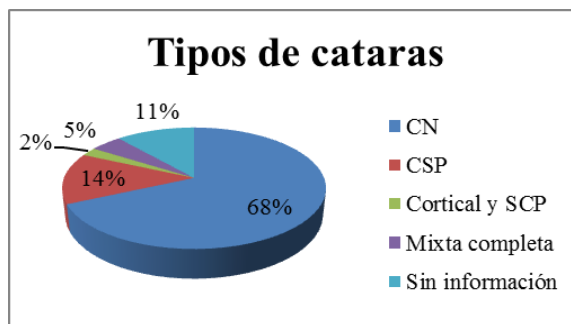


Figura 5.2. Porcentaje de los tipos de catarata en la muestra de pacientes a estudiar.

Los pacientes fueron implantados con lentes intraoculares monofocales esféricas de 2 fabricantes diferentes: *Physiol* y *Croma*, dónde la elección de una u otra dependía de la disponibilidad en quirófano. De la muestra total, el 70.45 % (31 pacientes) fueron implantados con la LIO *Croma* y el 29.55 % (13 pacientes) con *Physiol*. Cabe decir que había la misma proporción de lentes intraoculares tanto *Physiol* como *Croma* en ambos grupos de la muestra. Asimismo, sabemos que la media de potencia de LIO en la incisión 0.50 mm fue de 21.79 D con una mediana de 22.50 D y un rango intercuartil de 2.25 D, mientras que en la incisión a 1.50 mm nos encontramos una media de 23.55 D, una mediana de 23.37 D y un rango intercuartil de 1.41 D.

5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES CONTROLADAS DEL ESTUDIO

A continuación, veremos con detalle los estadísticos descriptivos prequirúrgicos de las variables relacionadas con la córnea: edad, esfera preoperatoria, longitud axial (LA), volumen (Vol CA) y profundidad de la cámara anterior (ACD), ángulo iridocorneal y paquimetría en el centro de la córnea y en la zona con el mínimo espesor. Además, también incluimos una comparativa entre los datos de la incisión a 0.50 mm y a 1.50 mm, con el test Mann-Whitney U para ver si existen diferencias en los parámetros iniciales entre ambos grupos de la muestra (**Tabla 5.1.**).

	Incisión a 0.50 mm			Incisión a 1.5 mm			Z	P
	Media	Mediana	RI	Media	Mediana	RI		
Edad (años)	76.86	78.00	5	71.64	72.50	9	-2.65	0.01
Esfera (D)	0.44	1.43	5.24	-2.13	-0.63	4.31	-1.07	0.28
LA (mm)	23.18	23.14	1.01	23.55	23.37	1.41	-0.94	0.35
Vol CA (mm ³)	114.04	111.00	52.00	148.05	119.50	83.75	-1.39	0.17
ACD (mm)	13.48	2.38	0.69	26.03	2.68	0.89	-0.88	0.38
Ángulo (°)	28.94	28.00	8.55	40.75	30.40	8.90	-0.79	0.43
Paq central (μm)	519.68	522.00	38.75	540.68	540.50	42.25	-1.56	0.12
Paq mín (μm)	528.91	520.00	54.25	537.59	536.00	45.00	-1.30	0.19

Tabla 5.1. Estadísticos descriptivos de las variables de la muestra, así como de los parámetros de la córnea en función del grupo de estudio. Comparativa entre ambos grupos con el test Mann-Whitney U.
RI: Rango intercuartil.

En la tabla anterior vemos como todos los parámetros comentados en el apartado de criterios de inclusión/exclusión se encuentran dentro de los valores de normalidad. Por tanto, verificamos que las variables preoperatorias que afectan a la córnea están controladas y, además, son similares en ambos grupos, es decir, son aleatorias tanto para la incisión a 0.50 mm como a 1.50 mm, puesto que el p-valor de significación es mayor de 0.05 en todos los parámetros, excepto en la variable edad. En este último caso, existen diferencias estadísticamente significativas en las edades en ambos grupos de pacientes, aunque si miramos las medias de

edad en ambos grupos (76.86 y 71.64 años) verificamos que es una diferencia mínima que no tiene por qué afectar a nuestro estudio.

Posteriormente, realizamos un análisis comparativo, mediante el test Wilcoxon, con los parámetros preoperatorios controlados relacionados directamente con la córnea en las diferentes situaciones del estudio: antes de la operación, una semana después y 8 semanas después de la intervención. Se vio que la mayoría de variables eran diferentes estadísticamente hablando. Tanto el volumen como la profundidad de la cámara anterior habían aumentado después de la operación, posiblemente debido al cambio del cristalino natural por una lente intraocular, ya que durante la catarata el cristalino tiene un espesor mayor que un cristalino en condiciones normales, y, además, las lentes intraoculares implantadas suelen ser delgadas, por lo que, las variables relacionadas con la profundidad y volumen de cámara anterior son mayores.

Por otro lado, se vieron diferencias estadísticamente significativas entre el preoperatorio y el postoperatorio a la semana tanto en la paquimetría central como en la zona con el mínimo espesor corneal y, posteriormente, en la comparativa entre el estado inicial y el postoperatorio a las 8 semanas, la paquimetría volvió a ser similar al preoperatorio. Muy probablemente estos cambios de espesor corneal sean debidos al edema corneal producido durante la intervención. En el caso de la paquimetría mínima se obtuvo un p-valor de significación menor de 0.001 entre el estado inicial y el postoperatorio a la semana de la intervención y, en la comparativa entre el preoperatorio y el postoperatorio a las 8 semanas, se obtuvo una significación de 0.12. Debemos añadir también que se obtuvieron datos similares, y en la misma línea que la paquimetría corneal, en el ángulo iridocorneal. En este caso, el ángulo es menor a consecuencia de la variación del espesor corneal a la semana de la operación y, posteriormente, regresa a su estado inicial a las 8 semanas de la intervención, cuando el edema corneal ha desaparecido.

5.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE INCISIONES

Primeramente se realizó un análisis comparativo entre las incisiones en 0.50 mm y 1.50 mm, en todas las variables examinadas, aunque solo expondremos las de mayor interés, con el fin de verificar si existían diferencias estadísticamente significativas en estas entre ambos grupos de pacientes. Para ello, se empleó nuevamente el test de Mann-Whitney, dado que comparamos grupos de pacientes distintos (no pareados).

En la **Tabla 5.2** se presenta la comparación entre ambas incisiones en la diferencia del preoperatorio al postoperatorio a la semana de la intervención (pre-1sem) y entre el preoperatorio y las 8 semanas posteriores (pre-8sem) de las variables de estudio que consideramos de mayor interés: los principales meridianos de la córnea (Kf y Ks) y el cilindro total (Cil) proporcionado por el autorefractómetro. Se observa que se producen diferencias estadísticamente significativas en los principales meridianos de la córnea de la cara anterior entre ambas incisiones en las diferentes etapas del estudio. Por un lado, observamos que en el

meridiano más curvo de la córnea existe un aumento del radio (se aplanan) en la primera incisión (0.50 mm) y una disminución (se encorva) del mismo en la segunda (1.50 mm). Algo incongruente, ya que esperábamos un mayor aplanamiento en la incisión a 1.50 mm del limbo, puesto que es la más cercana al centro corneal. Asimismo, vemos como en la diferencia del preoperatorio a las 8 semanas, el radio de curvatura disminuye en ambas incisiones, es decir, se recupera debido a la disminución del edema corneal. Por otro lado, se observa que el meridiano más plano de la córnea aumenta en ambas incisiones, aunque con un valor mayor en la segunda. Por tanto, en este caso, si se cumple la hipótesis principal del estudio. Tengamos en cuenta, sin embargo, que para que se produzca una disminución del astigmatismo corneal, se debería aplanar con mayor intensidad el meridiano más curvo y el plano encorvarse, de tal forma que quedara una córnea más esférica (Lindstrom, 1990; Comez y Ozkurt, 2012).

Cabe destacar que, debido al diseño aleatorio del estudio, los pacientes se asignaron en cada grupo al azar, es decir, no se tuvo en cuenta el hecho de que los pacientes que fueron sometidos a una incisión más central (1.50 mm), debían ser precisamente los sujetos que tuvieran un astigmatismo más elevado para que la intervención fuera más efectiva. Como la mayoría de astigmatismos del estudio son prácticamente inexistentes o bajos, los resultados indican que la incisión de mayor validez para dichos pacientes es a 0.50 mm del limbo, puesto que reduce mínimamente el astigmatismo o al menos, no se induce un astigmatismo quirúrgico significativo. Más adelante describiremos el caso de un paciente con astigmatismo elevado en el que se aprecia una clara reducción del astigmatismo corneal, tal y como se define en la hipótesis de trabajo.

	Incisión a 0.50 mm			Incisión a 1.50 mm			Z	p
	Media	Mediana	RI	Media	Mediana	RI		
Cara anterior								
Ks pre-1sem	-0.08	-0.02	0.17	0.03	0.03	0.10	-2.39	0.02
Kf pre-1sem	-0.07	-0.04	0.12	-0.12	-0.09	0.12	-2.68	0.01
Ks pre-8sem	-0.02	<0.001	0.09	0.06	0.05	0.11	-2.45	0.01
Kf pre-8sem	0.02	<0.001	0.09	-0.08	-0.08	0.22	-2.60	0.01
Cara posterior								
Ks pre-1sem	0.52	0.41	0.83	0.63	0.61	0.63	-1.30	0.20
Kf pre-1sem	0.15	0.07	0.32	0.12	0.08	0.21	-0.39	0.70
Ks pre-8sem	0.07	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	-1.81	0.07
Kf pre-8sem	0.07	0.07	0.12	0.03	0.01	0.15	-1.54	0.13
Rx total								
Cil pre-1sem	-0.73	-0.50	2.03	0.35	0.07	1.56	-2.07	0.04
Cil pre-8sem	-0.71	-0.44	1.27	0.14	0.32	1.25	-1.87	0.06

Tabla 5.2. Comparación entre incisiones en las distintas variables de estudio (todas las K son mm y los cilindros D). RI: Rango intercuartil.

En cuanto a los meridianos principales de la córnea en la cara posterior, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las incisiones. Tanto a 0.50 mm como a 1.50 mm, la curvatura corneal disminuye y, posteriormente, a las 8 semanas se recupera, al igual que en la cara anterior, debido al efecto del edema corneal.

Por último, cabe comentar que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el cilindro total medido en el autorrefractómetro. Se observa una disminución del astigmatismo en la incisión a 0.50 mm del limbo, sin bien existe un aumento de éste en la incisión a 1.50 mm del limbo, es decir, los resultados indican que la primera incisión es mucho más efectiva para este tipo de pacientes. Es importante destacar que solo se observaron diferencias estadísticamente significativas junto con una reducción del astigmatismo en el cilindro total de los pacientes, no del cilindro corneal, posiblemente debido a que la mayoría de pacientes presentaban una catarata corticonuclear, lo que conlleva un aumento del astigmatismo, como se ha comentado anteriormente, por lo que, al extraer la catarata, éste se elimina y por ello, se reduce el astigmatismo total del paciente.

Es necesario añadir que, tal y como se anotó en el apartado de métodos, también se realizó un análisis estadístico tanto de la asfericidad corneal en distintos puntos de la córnea como de los cambios de radio periférico justo en la zona de la incisión en las distintas situaciones del estudio, puesto que nos parecía interesante saber si variaba la asfericidad en función de la incisión corneal realizada y si se producían cambios en la periferia de la córnea. El resultado de este análisis no reveló ninguna influencia estadística significativa de la incisión sobre la asfericidad corneal. No obstante, sí se aprecian cambios mínimos en el radio periférico, como era de esperar, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

5.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

En este apartado expondremos tanto la mediana como los respectivos rangos intercuartiles (RI) en las diferentes etapas del estudio de los principales parámetros que fueron recogidos en el estudio para evaluar cómo fueron evolucionando los pacientes. Para ello, hemos confeccionado la **Tabla 5.3** con el fin de visualizar claramente el aplanamiento producido en los principales meridianos de la cara anterior de la córnea (K_f y K_s), donde ya hemos visto que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas incisiones, así como en el astigmatismo total de los pacientes. Igualmente, veremos la evolución de las variables J_0 y J_{45} , mencionadas en el apartado 5.6 del método, que representan el astigmatismo corneal anterior.

	Preoperatorio		Postoperatorio 1 semana		Postoperatorio 8 semanas	
	Mediana	RI	Mediana	RI	Mediana	RI
Incisión 0.50 mm						
Ks (mm)	7.59	0.49	7.61	0.55	7.55	0.44
Kf (mm)	7.71	0.39	7.84	0.52	7.72	0.47
J0 (D)	0.046	0.45	0.098	0.90	-0.015	0.55
J45(D)	0.214	0.60	0.035	0.59	-0.023	0.62
Cil total (D)	-1.63	1.84	-1.13	1.04	-1.12	1.03
Incisión 1.50 mm						
Ks (mm)	7.61	0.27	7.57	0.34	7.56	0.24
Kf (mm)	7.74	0.32	7.84	0.33	7.82	0.18
J0 (D)	-0.049	0.36	-0.014	0.42	-0.002	0.82
J45 (D)	0.096	0.33	-0.338	0.78	-0.059	0.84
Cil total (D)	-1.25	1.00	-1.25	1.01	-1.25	0.87

Tabla 5.3. Datos obtenidos en el preoperatorio, postoperatorio a la semana y a las 8 semanas.

Observando el promedio de los datos vemos como en el meridiano más curvado de la córnea en la incisión a 0.50 mm del limbo se produce un aumento del radio, es decir, se vuelve más plano y posteriormente se recupera. Sin embargo, en la incisión a 1.50 mm se produce encorvamiento que posteriormente se recupera mínimamente. Lo podemos observar con mayor claridad en el gráfico de la **Figura 5.3**. Por tanto, existe mayor efecto de aplanamiento en la primera incisión (a 0.50 mm respecto al limbo) justo después de la cirugía, aunque finalmente a las 8 semanas, ambas incisiones llegan prácticamente al mismo punto de aplanamiento.

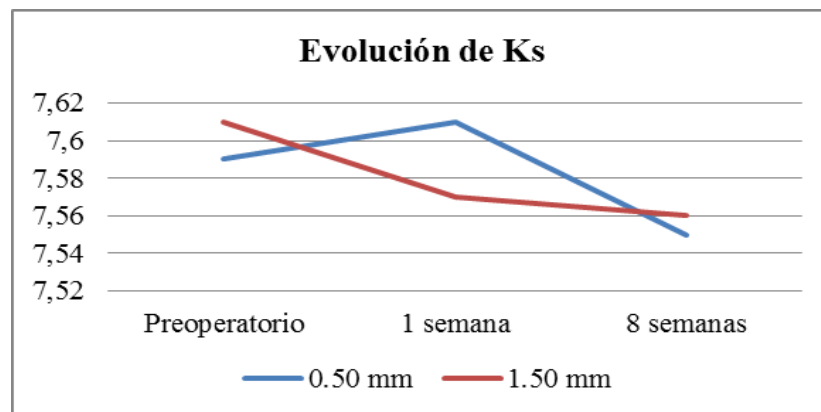


Figura 5.3. Evolución del meridiano más curvo de la córnea en las tres situaciones del estudio

En ambas incisiones, respecto al meridiano más plano de la córnea, se produce un aumento del radio de curvatura, es decir, la córnea se aplanar en ese meridiano, aunque posteriormente se recupera debido posiblemente a la influencia del edema corneal. Algo incongruente con los resultados esperados, ya que lo deseado es que este meridiano se encorvara junto el aplanamiento de Ks, para conseguir una córnea más esférica y, consecuentemente, una reducción del astigmatismo corneal.

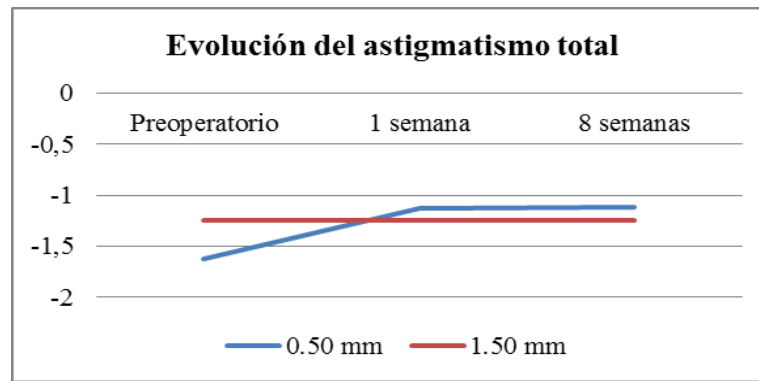


Figura 5.4. Evolución del astigmatismo total en las tres etapas del estudio

Por su parte, en la **Figura 5.4** podemos ver la comparación del astigmatismo total de los pacientes en función de la incisión límbica. Observamos que en los sujetos sometidos a la primera incisión (0.50 mm), el cilindro total disminuye notablemente del preoperatorio a la semana de la intervención, posiblemente debido a la extracción del cristalino opacificado que induce astigmatismos indeseados. Posteriormente, a las 8 semanas, el astigmatismo corneal aumenta mínimamente. En cuanto a la segunda incisión (1.50 mm) no se produce ninguna variación.

5.5. CAMBIOS CORNEALES ESPERADOS MEDIANTE UNA TOPOGRAFÍA REAL

En este apartado hemos escogido la topografía de uno de los pacientes de nuestro estudio que muestra aplanamiento corneal en el meridiano más curvo de la córnea junto con una reducción de su astigmatismo corneal, con el fin de visualizar gráficamente lo que ocurre en su córnea y ver cuáles son los cambios que se producen desde el estado inicial hasta 8 semanas después de la intervención.

Hemos escogido un paciente del primer grupo, a 0.5 mm del limbo, dónde se conseguía mayor aplanamiento corneal. El ojo derecho de éste sujeto de 87 años presentaba una córnea con los siguientes parámetros en las tres etapas de nuestro estudio:

	Preoperatorio	Post 1 semana	Post 8 semanas
Cara anterior			
Ks (mm)	6.90	7.1	7.03
Kf (mm)	7.28	7.27	7.26
Cil (D)	2.6	1.1	1.3
Cara posterior			
Ks (mm)	6.02	5.93	6.00
Kf (mm)	6.33	6.26	6.21
Cil (D)	-0.3	-0.3	-0.2

Tabla 5.4. Parámetros corneales del paciente seleccionado

En la **Tabla 5.4** observamos con claridad cómo se produce un aplanamiento de 0.20 mm en el radio más curvado de la córnea de la cara anterior en la primera etapa del estudio y, posteriormente, como éste sufre una pequeña disminución debido a la desaparición del edema corneal producido durante la intervención. Este dato se correlaciona con el astigmatismo corneal anterior, puesto que observamos que sigue la misma línea de evolución.

En cuanto a la cara posterior, vemos como las diferencias entre una etapa y otra son mínimas en el radio más curvado de la córnea, es decir, se produce una diferencia de 0.09 mm del preoperatorio a la semana y de 0.07 mm del estado inicial a las 8 semanas. Por tanto, consideramos que en cara posterior no se producen cambios significativos que afecten al astigmatismo corneal.

A continuación mostramos la topografía realizada a este paciente. Puesto que en cara posterior no se produce cambios significativos, únicamente presentamos los mapas sagitales de la cara anterior en las tres situaciones del estudio.

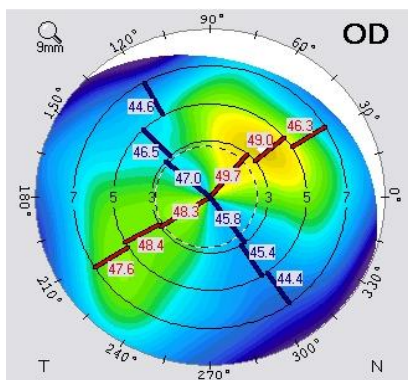


Figura 5.5. Mapa sagital del preoperatorio

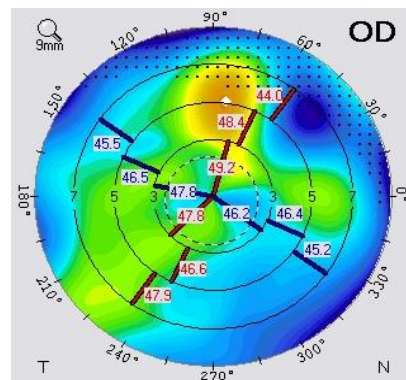


Figura 5.6. Mapa sagital a la semana de la intervención

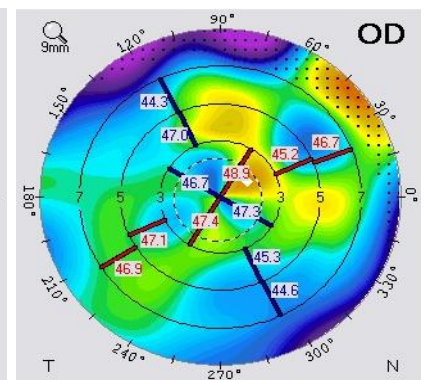


Tabla 5.7. Mapa sagital a las 8 semanas de la intervención

En la **Figura 5.5.** podemos visualizar que el paciente tenía un astigmatismo muy bien definido y simétrico en la superficie anterior de la córnea de -2.6 D a 129°, es decir, que el eje más curvo se encontraba a 40°, que es dónde se practicó la incisión. En la **Figura 5.6.** podemos ver como ha disminuido el astigmatismo y la córnea es mucho más irregular debido, posiblemente, al edema corneal producido durante la intervención. Posteriormente, en la **Figura 5.7.** observamos como la córnea sigue siendo irregular, no obstante, se empieza a definir un nuevo astigmatismo aunque mucho más bajo que el inicial. A la vista de estos resultados, posiblemente sea idonio seguir estos pacientes durante un mayor periodo de tiempo para valorar si siguen habiendo cambios corneales.

Cabe decir que, si este paciente hubiese sido sometido a una incisión 1.50 mm respecto al limbo hubiera tenido una reducción del astigmatismo mucho mayor, pero como ya hemos dicho, se seleccionaron los pacientes aleatoriamente sin tener en cuenta el astigmatismo preoperatorio en cada grupo.

6. CONCLUSIÓN

A partir de los resultados del presente estudio, hemos podido comprobar que la incisión corneal donde se produce mayor aplanamiento del radio más curvo de la córnea es a 0.50 mm anterior al limbo. No obstante, no se relacionan los cambios astigmáticos corneales producidos con dicha aplanación. Este resultado es contradictorio con la hipótesis de trabajo, en la que, por un lado esperábamos encontrar un mayor efecto en la incisión de 1.5 mm y, por otro, se esperaba observar este efecto en el cilindro corneal, a partir de la correspondiente variación del meridiano más curvo (aplanándose) y más plano (cerrándose), además del cilindro total.

Cabe destacar que los pacientes operados, al haber sido seleccionados aleatoriamente de los que acudían a consulta oftalmológica para ser sometidos a una intervención de cataratas, no presentaban, por norma general, astigmatismos preoperatorios importantes, lo que hacía que la incisión a 0.5 mm fuera más efectiva, puesto que, como hemos visto en el apartado del marco teórico, las incisiones más alejadas del centro de la córnea no tienden a inducir astigmatismo corneal (Dewey et al, 2014). Por otra parte, la incisión a 1.50 mm del limbo esclerocorneal es más efectiva para pacientes con altos astigmatismos corneales.

Con este estudio, también concluimos que las incisiones corneales afectan mayoritariamente a la cara anterior de la córnea y con resultados estadísticamente significativos, puesto que no se han observado en ningún caso cambios significativos en cara posterior, siempre teniendo en cuenta que, debido a la relación de índices de refracción de córnea y humor acuoso, los cambios en cara posterior deberían ser muy importantes para resultar significativos desde el punto de vista refractivo.

Por último, cabe decir que se observó una reducción significativa en el astigmatismo total del grupo de pacientes de la incisión a 0.50 mm respecto al limbo, lo que sería congruente con el efecto de la aplanación en el meridiano más curvo de la córnea. Además, en ambos grupos de pacientes se esperaba hallar una cierta reducción del astigmatismo total como consecuencia a la extracción del cristalino opacificado, que inducía astigmatismos no deseados.

6.1. LIMITACIONES

Como ya hemos comentado en repetidas ocasiones, se deberían haber seleccionado los pacientes, es decir, haber propuesto un valor mínimo de astigmatismo corneal con tal de equilibrar los grupos de estudio, como por ejemplo, entre 1.00 y 3.00 D, puesto que la incisión más cercana al centro de la córnea necesita astigmatismos más elevados para ser efectiva.

La selección aleatoria de los pacientes también nos llevó a tener una amplia franja de edad en los pacientes, comprendidas entre 54 y 89 años, haciendo, incluso, que en los resultados hubieran diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la variable edad. No obstante, todos los pacientes presentaban una catarata senil, además de no evaluarse la agudeza

visual ni la sensibilidad al contraste de estos pacientes para el presente estudio, por lo que el posible efecto de la diferencia de edad entre ambos grupos se puede considerar menor o inexistente.

Otra limitación del presente trabajo fue el tiempo que se disponía para realizar el estudio y, consecuentemente, el número de pacientes que podían incluirse en el mismo. Se disponía de tan solo 16 semanas entre octubre de 2014 y febrero de 2015, por tanto, se organizó el estudio de tal forma que se viera el máximo de pacientes entre dichas fechas (Véase anexo 8.3), por lo que solo se pudieron seguir a los pacientes hasta 8 semanas después de la intervención. Igualmente, una mayor muestra de estudio nos hubiera permitido seleccionar un subgrupo de pacientes con elevado astigmatismo corneal e incisión a 1.5 mm del limbo y compararlos con otro subgrupo con incisión a 0.5 mm, para valorar con posterioridad a la presentación inicial de los datos la posible efectividad de las incisiones. En nuestro caso nos hemos limitado a la presentación anecdótica de un solo paciente.

6.2. FUTUROS ESTUDIOS

En este apartado, nos basaremos en las limitaciones descritas para proponer futuros estudios más precisos y controlados en este ámbito. Además, propondremos nuevas investigaciones relacionadas con las incisiones corneales limbares, puesto que en la literatura actual no hemos hallado referencias detalladas sobre ellas y pensamos que es un tema del que todavía queda mucho por investigar.

Proponemos, pues, un estudio con pacientes entre 60 y 80 años que presenten un astigmatismo corneal entre 1.00 y 3.00 D. Se deberían realizar incisiones relajantes periféricas corneales (PCRIs) con una mayor precisión, es decir, la incisión principal en el meridiano más curvado y la incisión secundaria en el meridiano más plano, utilizando la topografía preoperatoria para planificar con precisión ambas incisiones. Respecto a la valoración de resultados, proponemos hacer mediciones postoperatorias, a la semana y a las 8 semanas después de la intervención y, de nuevo, a los 6 meses y/o 1 año. Compararíamos un grupo con incisión a 0.5 mm con otro con incisión a 1.5 mm.

Proponemos también un posible estudio derivado de éste que consistiría en la valoración de la estabilidad corneal en PCRIs, mediante mediciones sucesivas en el tiempo de los cambios topográficos en la córnea.

Asimismo, se podría elaborar un nomograma para las incisiones periféricas relajantes corneales (PCRIs) que abriría una nueva puerta a realizar la cirugía de cataratas con mayor precisión. Además, con él se podría investigar mucho más a fondo sobre cómo combinar las LIOs tóricas y las incisiones corneales, de manera que todo tipo de pacientes operados de cataratas, sin patologías asociadas, consigan la emetropía.

7. REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraham AG, Condon NG, et al. The new epidemiology of cataract. *Ophthalmol Clin North Am*, 2006; 19 (4): 415-425.

Acosta R, Hoffmeister L, Román R, et al. Revisión sistemática de estudios poblacionales de prevalencia de catarata. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 2006; 81: 509-516.

Akura J, Kaneda S, Hatta S. Controlling astigmatism in cataract surgery requering relatively large self-sealing incisions. *J Cataract Refract Surg*, 2000; 26: 1650-1659.

Alió JL, Agdeppa M, Pongo V, et al. Microincision cataract surgery with toric intraocular lens implantation for correcting moderate and high astigmatism: pilot study. *J Cataract Refract Surg*, 2010; 36 (1): 44-52.

Alió JL, Elkady B, Ortiz D. Corneal optical quality following sub 1.8 mm microincision cataract surgery vs 2.2 mm mini-incision coaxial phacoemulsification. *Middle East Afr J Ophthalmol*, 2010; 17 (1): 94-99.

Alpins N, Ong J, Stamatelatos G. Refractive surprise after toric intraocular lens implantation: Graph analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (2): 283-294.

American Academy of Ophthalmology. Refractive and diffractive intraoculars lenses. *The Eye M.D. Association*. From: <http://www.aao.org/publications/eyenet/201205/images/>

Amparo M, Ajenjo D, Carmen M, et al. Refractive changes in nuclear, cortical and posterior subcapsular cataract. Effect on the type and grade. *J Optom*, 2014; 119: 1-7.

Aristodemou P, Knox Cartwright N, Sparrow J, et al. First eye prediction error improves second eye refractive outcome: Results in 20129 patients after bilateral sequential cataract surgery. *Ophthalmology*, 2011; 118 (9): 1701-1709.

Aristodemou P, Knox Cartwright N, Sparrow J, et al. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg*, 2011; 37 (1): 63-71.

Arocas F, Molina A, Carreño S. Protocolos de enfermería en la preparación de una intervención en cirugía de cataratas. *Enfermería integral: Revista Científica del Colegio de ATS de Valencia*, 2008; 81: 43-46.

Barchernegg A, Rückl T, Riha W, et al. Rotational stability and visual outcome after implantation of a new toric intraocular lens for the correction of corneal astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2013; 39: 1390-1398.

- Barequet I, Yu E, Vitale S, et al. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30: 418-423.
- Blázquez V, Díaz E. Innovaciones en cirugía de catarata. *Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica*, 2013; 481.
- Beltrame G, Salvetat ML, Chizzolini M, Driussi G. Corneal topographic changes induced by different oblique cataract incisions. *J Cataract Refract Surg*, 2001; 25 (5): 720-727.
- Borasio E, Mehta J, Maurino V. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification in eyes with mild to moderate corneal astigmatism: temporal versus on-axis clear corneal incisions. *J Cataract Refract Surg*, 2006; 32 (4): 565-572.
- Borasio E, Mehta J, Maurino V. Torque and flattening effects of clear corneal temporal and on-axis incisions for phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*, 2006; 32 (12): 2030-2038.
- Brierley L. Refractive results after implantation of a light-adjustable intraocular lens in postrefractive surgery cataract patients. *Ophthalmology*, 2013; 120 (10): 1968-1972.
- Brown NA, Hill AR. Cataract: the relation between myopia and cataract morphology. *Br J Ophthalmol*, 1987; 71 (6): 405-414.
- Butler PA. Reversible cataract in diabetes mellitus. *J Am Optom Assoc*, 1994; 65 (8): 559-563.
- Buzard k, Laranjeira E, Fundingsland B. Clinical results of arcuate incisions to correct astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 1996; 22 (8): 1062-1069.
- Campos B, Cerrate A, Montjoy E, et al. Prevalencia y causas de ceguera en Perú: encuesta nacional. *Rev Panam Salud Publica*, 2014; 36 (5): 283-289.
- Carnahan MC, Goldstein DA. Ocular complications of topical, peri-ocular, and systemic corticosteroids. *Curr Opin Ophthalmol*, 2000; 11(6): 478-483.
- Cano E, Rubio C. Cirugía de la catarata: facoemulsificación. *Enfermería integral: Revista Científica del Colegio de ATS de Valencia*, 2004; 68: 4-13.
- Carratalá S, Ferre O. Visión y envejecimiento. *Gaceta Óptica*, 2010, 447: 36-39.
- Cheng AC, Pang CP, et al. The association between cigarette smoking and ocular diseases. *Hong Kong Med J*, 2000; 6(2): 195-202.
- Chen HB, Kashiwagi k, Yamabayachi S, et al. Anterior chamber angle biometry: quadrants variation, age change and sex difference, *Curr Eye Res*, 1998; 17: 120-124.

Chen W, Zuo Chen C, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. *J Cataract Refract Surg*, 2013; 39 (2): 188-192.

Clayton RM, Cuthbert J, et al. Analysis of individual cataract patients and their lenses: a progress report. *Exp Eye Res*, 1980; 31(5): 553-566.

Coloma I, González M, Mengual E. Incisiones limbares relajantes y cirugía de la catarata: Nuestra experiencia. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 2007; 82: 551-554.

Comez A, Ozkurt Y. Surgical correction of astigmatism during cataract surgery, *Astigmatism – Optics, Physiology and Management*, Dr. Michael Goggin (Ed.), 2012, ISBN: 978-953-51-0230-4, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/astigmatism-optics-physiology-and-management/correction-of-astigmatism-during-ataract-surgery>.

Cumming RG, Mitchell P. Hormone replacement therapy, reproductive factors, and cataract. the Blue Mountains Eye Study. *Am J Epidemiol*, 1997; 145(3): 242-249.

Dag M, Borazan M. Limbal relaxing incisions for primary astigmatism and mixed astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2003; 29: 723-728.

De Juan V. Refractive stabilization and corneal swelling. *Optom Vis Sci*, 2013; 90: 31-36.

DeBlack SS. Cigarette smoking as a risk factor for cataract and age-related macular degeneration: a review of the literature. *Optometry*, 2003; 74(2): 99-110.

Dewey S, Beiko G, Braga-Mele R, et al. Microincisions in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (9): 1549-1557.

Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol*, 1998; 126: 524-534.

Dupps W. Astigmatic correction in cataract surgery: lens or cornea? *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (10): 1577-1578.

Edward S. Cortical Cataract. Harkness Eye Institute. Columbia University, 2003. From: <http://dro.hs.columbia.edu/corticalcat.htm>

Ermis S, Inan U, Oztürk F. Surgically induced astigmatism after superotemporal and superonasal clear corneal incisions in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30 (6): 1316-1319.

Torres Imaz. Esquema de las principales partes de la cirugía. Centro de Oftalmología y cirugía Ocular. Fuente: <http://centrocirugiaocular.com/cataratas/>

- Ferrer T, Montés R, Peixoto S. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 35 (1): 70-75.
- Fris, M, Cejkova J, et al. The effect of single and repeated UVB radiation on rabbit lens. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2008; 246(4): 551-558.
- Ganekal S, Dorairaj S, Jhanji V. Limbal relaxing incisions during phacoemulsification: 6-month results. *J Caratact Refract Surg*, 2011; 37 (11): 2081-2082.
- Gangwani V, Hirnschall N, Findl O, et al. Multifocal toric intraocular lenses versus multifocal intraocular lenses combined with peripheral corneal relaxing incisions to correct moderate astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (10): 1625-1632.
- García F, Serrano P, Lopez J. Preoperative assessment. *Lancet*, 2003; 362: 1749-1757.
- Garzón N, Muñoz M, Poyales F. Cálculo de la potencia de lentes intraoculares. *Gaceta Óptica*, 2008; 425: 22-25.
- Gills JP, Van Der Karr M, Cherchio M. Combined toric intraocular lens implantation and relaxing incisions to reduce high pre-existing astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2002; 28: 1585-1588.
- Gonçalves FP, Rodrigues AC. Phacoemulsification using clear cornea incision in steepest meridian. *Arq Bras Oftalmol*, 2007; 70 (2): 225-8.
- Grewal D, Grewal S. Clinical applications of Scheimpflug imaging in cataract surgery. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 2012; 26 (1): 25-32.
- Hammond CJ, Snieder H, et al. Genetic and environmental factors in age-related nuclear cataracts in monozygotic and dizygotic twins. *N Engl J Med*, 2000; 342(24): 1786-1790.
- Harding JJ. The untenability of the sunlight hypothesis of hypothesis of cataractogenesis. *Doc Ophthalmol*, 1994; 88 (3-4): 345-349.
- Hayashi K, Yoshida M, Yoshimura K. Effect of steepest-meridian clear corneal incision for reducing preexisting corneal astigmatism using a meridian-marking method or surgeon's intuition. *J Caratact Refract Surg*, 2014; 40 (12): 2050-2056.
- Helmholtz, HV. Helmholtz's treatise on Physiological Optics. *The Optical Society of America*, 1925.
- Hill W. Expected effects of surgically induced astigmatism on AcrySof toric intraocular lens results. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 364-367.

Hiramatsu R, Fujisawa K. To avoid post-operative refractive error in cataract surgery. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 2012; 26: 113-114.

Hirnschall N, Gangwani V, Crnej A, et al. Correction of moderate corneal astigmatism during cataract surgery: toric intraocular lens versus peripheral corneal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (3): 354-361.

Ibáñez M, Ramos K. Astigmatismo inducido en facoemulsificación con incisiones de 3.0 mm ampliadas a 3.75 mm. *Rev Mex Oftalmol*, 2004; 78 (5): 245-249.

Jeon J, Hyung Taek Tyler R, Seo K, et al. Comparison of refractive stability after non-toric versus toric intraocular lens implantation during cataract surgery. *Am J Ophthalmol*, 2014; 157: 658-665.

Kahn HA, Leibowitz HM, et al. The Framingham Eye Study. II. Association of ophthalmic pathology with single variables previously measured in the Framingham Heart Study. *Am J Epidemiol*, 1977; 106(1): 33-41.

Kaufmann C, Krishnan A, Landers J, Esterman A, Thiel MA, Goggin M. Astigmatic neutrality in biaxial microincision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 1555-1562.

Kaufmann C, Peter J, Ooi K, et al. Limbal relaxing incisions versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism all the time of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2005; 31 (12): 2261-2265.

Khokhar S, Lohiya P, Murugiesan V, et al. Corneal astigmatism correction with opposite clear corneal incisions or single clear corneal incision: comparative analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2006; 32 (9): 1432-1437.

Kim Y, Kim Y, Woo S, et al. Comparison of surgically-induced astigmatism after combined phacoemulsification and 23-Gauge Vitrectomy: 2.20 mm vs 2.75 mm cataract surgery. *Korean J Ophthalmol*, 2014; 28 (2): 130-137.

Klein BE, Klen R, et al. Diabetes, cardiovascular disease, selected cardiovascular disease risk factors, and the 5-year incidence of age related cataract and progression of lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Ophthalmol*, 1998; 126 (6): 782-790.

Kuroda T, Fujikado T, Maeda N, et al. Wavefront analysis in eyes with nuclear or cortical cataract. *Am J Ophthalmol*, 2002; 134 (1): 1-9.

Kurz S, Krummenauer F, Gabriel P, et al. Biaxial microincision versus coaxial small-incision clear cornea cataract surgery. *Ophthalmology*, 2006; 113 (10): 1818-1826.

Leffler C, Javey G, Mahmood M. Prediction of postoperative astigmatism in cataract surgery. *Can J Ophthalmol*, 2008; 43: 551-554.

- Leske MC, Chylack LT, et al. The lens opacities case-control Study. Risk factors for cataract. *Arch Ophthalmol*, 1991; 109(2): 244-251.
- Lever J, Dhan E, Ophth M. Techniques opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2000; 26: 803-805.
- Lim R, Borasio E, Ilari L. Long-term stability of keratometric astigmatism after limbal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg*, 2014; 40 (10): 1676-1681.
- Lindstrom RL. The surgical correction of astigmatism: a clinician's perspective. *Refract Corneal Surg*, 1990; 6 (6): 441-454.
- Lorente y Mendicute. Cirugía del Cristalino, Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Oftalmología. Primera Edición. Sevilla, 2008.
- Maberley D, Hollands H, Chuo J, et al. The prevalence of low vision and blindness in Canada. *Eye*, 2006; 20: 341-346.
- Malhotra R. Cataract. Edinburgh; New York: Butterworth Heinemann/ Elsevier, 2008. *Eye essentials*. ISBN: 9780080449777.
- Mamalis N. Correction of astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 35 (3): 403-404.
- Manchón LF, Serrano MC. Protocolo de actuación y enfermería en la intervención de cataratas. *Cuidando la salud: Revista Científica de Enfermería del Colegio Oficial de Zaragoza*, 2008; 8: 71-74.
- Mandicute J, Irigoyen C, Ruiz M, et al. Toric intraocular lens versus opposite clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2009; 35 (3): 451-458.
- Marek R, Klu's A, Pawlik R. Comparison of surgically induced astigmatism of temporal versus superior clear corneal incisions. *Klin Oczna*, 2006; 108: 392-396.
- Marks RG, Hale WE, Perkins LL, et al. Cataract in Dunedin Program participants: An evaluation of risk factors. *J Cataract Refract Surg*, 1988; 14 (1): 58-63.
- Masket S, Tennen DG. Astigmatic stabilization of 3.0 mm temporal clear corneal cataract incisions. *J Cataract Refract Surg*, 1996; 22 (10): 1451-1455.
- Mehmet B, Abuzer G. Results of cataract surgery in the very elderly population. *J Optom*, 2009; 2 (3): 138-141.

Michael R, Barraquer RI, Willekens B, et al. Morphology of age-related cuneiform cortical cataract: the case for mechanical stress. *Vision Res*, 2008; 48 (4): 626-634.

Michael R, Bron A. The ageing lens and cataract: a model of normal and pathological ageing. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2011, 10278-1292.

Miranda I, Fernández K, Ruiz Y, et al. Comparación de los valores del espesor corneal central según los equipos Lenstar, Galilei y Pentacam. *Revista Cubana de Oftalmología*, 2012; 25 (1): 65-71.

Muñoz M, Garzón N, Fernández A. Corrección de la presbicia con lentes intraoculares multifocales. *Gaceta Óptica*, 2009; 36: 36-42.

Nangia V, Jonas J, Gupta R, et al. Prevalence of cataract surgery and postoperative visual outcome in rural central India Central India Eye and Medical Study. *J Cataract Refract Surg*, 2011; 37 (11): 1932-1938.

Neumann A, McCarty G, Sanders D, et al. Small incisions to control astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 1989; 15 (1): 78-84.

Oshika T, Tsuboi. Astigmatic and refractive stabilization after cataract surgery. *Ophthalmic Surg*, 1995; 26 (4): 309-315.

Orucoglu F, Mehmet A, Onal S. Analysis of age, refractive error and gender related changes of the cornea and the anterior segment of the eye with Scheimpflug imaging. *Cont Lens Anterior Eye*, 2015.

Pfleger T, Skorpik C, Menapace R, et al. Long-term course of induced astigmatism after clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 1996; 22 (1): 72-77.

Pouyeh B, Galor A, Junk AK, et al. Surgical and refractive outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation at a resident-teaching institution. *J Cataract Refract Surg*, 2011; 37 (9): 1623-1628.

Prado-Serrano A, Camas-Benitez J, Sosa-Lopez SP, et al. Como evitar la sorpresa refractiva (2ª Parte). Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares en casos especiales. *Rev Mex Oftalmol*, 2010; 84 (1): 39-48.

Preussner PR, Wahl J, Weitzel D, et al. Predicting postoperative intraocular lens position and refraction. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30 (10): 2077-2083.


Prissant O, Hoang-Xuan T, Proano C, et al. Vector summation of anterior and posterior corneal topographical astigmatism. *J Cataract Refract Surg*, 2002; 28: 1636-1643.

- Qammar A, Mullaney P. Paired opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract patients. *J Cataract Refract Surg*, 2005; 31 (6): 1167-1170.
- Ravi k, Sehthil S, Pesala V. Refractive surprise following implantation of correct powered intraocular lens – A real surprise! *Int Ophthalmol*, 2012; 32: 603-605.
- Résumé A. Astigmatism induced by oblique clear corneal incision: right vs. left eyes. *Can J Ophthalmol*, 2007; 42 (4): 557-561.
- Rubenstein J, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*, 2013; 24 (1): 30-34.
- Sallet G. Viscoless microincision cataract surgery. *Clinical Ophthalmology*, 2008; 2 (4): 717-721.
- Sanderson J, Marcantonio JM, Duncan G. A human lens model of cortical cataract: Ca^{2+} induced protein loss, vimentin cleavage and opacification. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2000; 41 (8): 2255-2261.
- Sánchez A, Sánchez J. Nuevas aportaciones a la correlación clínico molecular de la catarata senil. Tesis doctoral presentada en Salamanca: Universidad de Salamanca; Facultad de medicina, 2009. Departamento de cirugía (Oftalmología) y medicina molecular.
- Santiago-Cabán L, Cruz C, Izquierdo N. Cataract in patient with the Alport síndrome and diffuse Leimyomatosis. *Rev Bras Oftalmol*, 2008; 67 (6): 309-312.
- Sasaki H, Kawakami Y, et al. Localization of cortical cataract in subjects of diverse races and latitude. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2003; 44(10): 4210-4214.
- Shah GD, Praveen MR, Vasavada AR, et al. Rotational stability of a toric intraocular lens: influence of axial length and alignment in the capsular bag. *J Cataract Refract Surg*, 2012; 38 (1): 54-59.
- Tabros A, Habib M, Tejjwani D, et al. Opposite clear corneal incisions on the steep meridian in phacoemulsification: early effects on the cornea. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30 (2): 414-417.
- Tagawa K, Higashide T, Sugiyama K, Kawasaki K. Surgically induced astigmatism after micro and small clear temporal corneal incision in cataract surgery. *Nihon Ganka Gakkai Zassahi*, 2007; 111 (9): 716-721.
- Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2001; 27: 80-85.

- Tien Yin Wong B, Klein R, et al. Refractive errors and incident cataract: The Beaver Dam eye study. *Investigate Ophthalmology and Visual Science*, 2011; 42: 1449-1454.
- Tong N, He JC, Lu F, et al. Changes in corneal wavefront aberrations in microincisions and small-incisions coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34 (12): 2085-2090.
- Truscott RJW. Age-related nuclear cataract-oxidation in the key. *Exp Eye Res*, 2005; 80 (5): 709-725.
- Van den Berg TJTP, Van Rijn LIR, Michael R, et al. Straylight effects with aging and lens extraction. *Am J Ophthalmol*, 2007; 144 (3): 358-363.
- Vashist P, Talwar B, Gogoi M, et al. Prevalence of cataract in an older population in India: the India study of age-related eye disease. *Ophthalmology*, 2011; 118 (2): 272-278.
- Vrensen G, Willekens B. Biomicroscopy and scanning electron microscopy of early opacities in the aging human lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1990; 31 (8): 1582-1591.
- Wang L, Misra M, Kock D. Peripheral corneal relaxing incisions combined with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2003; 29 : 712-722.
- Weekers R, Delmarcelle Y, Collignon J, Luyckx J. Mesure optique de la profondeur de la chambre antérieure. *Doc Ophthalmol*, 1973; 34: 413-434.
- Wong TY, Klein BEK, Klein R, et al. Refractive errors and incident cataract: The Beaver Dam Eye Study. *IOVS*, 2001; 42 (7): 1449-1454.
- Zarina S, Zhao HR, et al. Advanced glycation end products in human senile and diabetic cataractous lenses. *Mol Cell Biochem*, 2000; 210 (1-2): 29-34.
- Zigler JS, Datiles MB. Pathogenesis of cataract. In: Tasman W. Jaeger EA, ed. *Duane's Ophthalmology*. 15th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins, 2011: chap 72B.
- Zelichowska B, Rekas M, Stankiewicz A, et al. Apodized diffractive versus refractive multifocal intraocular lenses: optical and visual evaluation. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34 (12): 236-2042.

8. ANEXOS

8.1. CONSENTIMIENTO INFORMADO Y ANEXO DEL PRESENTE ESTUDIO

CST: CONSORCI SANITARI DE TERRASSA  * 6 7 8 1 0 6 - 1 1 N X *	FECHA Y HORA PREVISTA: <table border="1" style="display: inline-table; width: 150px; height: 20px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> NOM. Y APELL.: _____ FECHA NACIM.: _____ NHC: _____ DIRECCIÓN: _____ TELEFONO: _____ CIP: _____			

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
AUTORIZACIÓN
INTERVENCIÓN / EXPLORACIÓN / TRATAMIENTO**

Sr./Sra. _____ con D.N.I. _____
 en calidad de: Paciente

Manifiesto voluntariamente que:

El Dr./Dra. PUJOL VIVES, PERE _____ que me atiende, me ha informado:

☐ De la conveniencia de practicarme una intervención de **CATARATA OJO DERECHO**

☐ Mediante este procedimiento se pretende recuperar la visión que me quita la opacidad del cristalino.

☐ Que el médico me ha explicado la preparación que debo hacer antes de la prueba y me ha advertido de la necesidad de avisar de posibles alergias a medicamentos, alteraciones de la coagulación, enfermedades cardiopulmonares, existencia de prótesis, marcapasos, medicaciones actuales o cualquier otra circunstancia. A causa de mi estado actual (diabetes, obesidad, anemia, hipertensión, edad avanzada, etc.), pueden aumentar los riesgos o complicaciones como:

☐ Que el médico también me ha informado de:

☐ Que la realización del procedimiento puede ser filmada con motivos científicos o didácticos.

☐ Así mismo doy mi consentimiento para que en mi intervención, participen médicos en periodo de formación, y para que pueda asistir como observador personal autorizado.

☐ (Otras informaciones): _____

Con la anestesia más adecuada en mi caso.

La información me ha sido dada de forma comprensible y mis preguntas han sido contestadas, por tanto:

TOMO LIBREMENTE LA DECISIÓN DE AUTORIZAR al equipo médico que me atiende a realizar la intervención de **CATARATA OJO DERECHO**, firmando este documento.

Si durante este proceso surgiera alguna situación imprevista, autorizo al equipo médico a que haga lo que en ese momento se considere más conveniente, siempre y cuando no sea posible mi consentimiento previo.

También entiendo que en cualquier momento, y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

Terrassa, _____, DE _____ DE _____

Firma del médico:
 Dr./Dra. PUJOL VIVES, PERE
 Núm. colegiado: _____
 Servicio: OFTALMOLOGIA

Firma del paciente o responsable: _____

Revoco el consentimiento dado en fecha
 Sr./Sra. con D.N.I.

Firma del paciente o responsable: _____

Firma del médico:
 Dr./Dra.
 Núm. colegiado
 Servicio

Se adjunta información complementaria.

CST: CONSORCI SANITARI DE TERRASSA

NOM. Y APELL.: _____

FECHA NACIM.: _____

NHC: _____

DIRECCIÓN: _____

TELEFONO: _____

CIP: _____

HOJA INFORMATIVA PARA CIRUGÍA DE LA CATARATA

Descripción del procedimiento:

Consiste en la extracción del cristalino opacificado, bien sea por facoemulsificación (ultrasonidos) o técnica extracapsular o intracapsular (según cada caso), y la implantación de una lente intraocular si mi caso lo requiere.

Salvo complicaciones, la recuperación visual es un proceso que comienza con la cirugía y se puede prolongar hasta las 6-8 semanas. El grado de recuperación depende de las alteraciones que puedan tener las demás estructuras del ojo como la córnea, la retina o el nervio óptico.

Después de la intervención seguirá usando gafas para lejos y/o para cerca.

Riesgos generales y específicos del procedimiento:

A pesar de la adecuada elección de la técnica y de su correcta realización, pueden presentarse efectos indeseables, tanto los comunes derivados de toda intervención y que pueden afectar a todos los órganos y sistemas, como otros específicos del procedimiento:

- La complicación más frecuente es la rotura de la cápsula posterior con o sin salida de vítreo, con o sin luxación de fragmentos de la catarata al vítreo. Esta complicación puede obligar a una segunda intervención.
- Las complicaciones más graves y, a la vez menos frecuentes (<0'4%) son la hemorragia expulsiva y la infección intraocular (endoftalmitis) que pueden conllevar la pérdida del globo ocular.

De cualquier forma, si ocurriera una complicación, debe saber que el personal y todos los medios técnicos de este centro están disponibles para intentar solucionarla.

¿Que otras alternativas hay?

No existen alternativas razonables al tratamiento quirúrgico de la catarata.

ANEXO 1. ESTUDIO SOBRE LA VARIACIÓN DEL ASTIGMATISMO EN CIRUGÍA DE CATARATAS

Fundamento: La cirugía de cataratas no solo es capaz de extraer el cristalino opacificado como se ha explicado en este consentimiento, sino que también es posible reducir la refracción o graduación del paciente mediante la lente intraocular que se implanta o reduciendo el astigmatismo corneal con la propia incisión ejercida.

Objetivo del estudio: Determinar la incisión respecto al limbo esclerocorneal (estructura que separa la córnea de la esclera) que produce una mayor reducción del astigmatismo.

Procedimiento: El paciente deberá presentarse una semana antes de la cirugía para realizar 2 pruebas sencillas que duraran unos 10-15 minutos: topografía corneal y autorrefractometría. Una semana después de la cirugía, el paciente deberá someterse a las mismas pruebas y, de nuevo, a las 8 semanas de la operación.

Riesgos: Ninguno. El material utilizado contiene la marca CE, que asegura que se cumplen todos los requisitos legales y técnicos en materia de seguridad.

Voluntariedad: Este estudio es voluntario. Si decide no realizarlo puede retirar su consentimiento firmado con toda libertad en cualquier momento.

Confidencialidad: Los datos de este estudio se tratarán de forma totalmente confidencial, respetando su anonimidad y utilizándolo únicamente para fines relativos a este estudio.

Personas de contacto:

Dr. Pujol (Oftalmólogo adjunto en Consorcio Sanitario de Terrassa, Hospital de Terrassa)

Dr. Elnayef (Residente en Oftalmología en Consorcio Sanitario de Terrassa, Hospital de Terrassa)

Genís Cardona Torredelot (Optometrista en Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa)

Yo, con
DNI, después de leer y comprender el objetivo del estudio, y haber resuelto las dudas que tenía, doy mi conformidad para participar en el proyecto de investigación.

Terrassa, De De

Firma del paciente

Firma del informador

8.2. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

Nombre:				Fecha Nac:			Edad:		ID:	
Historia clínica										
Situación preoperatoria									Fecha:	
Autorrefractómetro				Biometría			Pentacam			
	Eje	Cilindro	Esfera	LIO	Potencia	LA	Cámara	Ángulo	Paquimetría	
OD										
OI										
Pentacam (cara anterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										
Pentacam (Cara posterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										
Operación de cataratas (Facoemulsificación)									Fecha:	
Observaciones:										
Situación postoperatoria									Fecha:	
Autorrefractómetro					Pentacam					
	Eje	Cilindro	Esfera		Cámara	Ángulo	Paquimetría			
OD										
OI										
Pentacam (cara anterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										
Pentacam (cara posterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										
Situación postoperatoria (después de 8 semanas)									Fecha:	
Autorrefractómetro					Pentacam					
	Eje	Cilindro	Esfera		Cámara	Ángulo	Paquimetría			
UD										
OI										
Pentacam (cara anterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										
Pentacam (cara posterior)										
	Kf	Ks	AC	Eje	Kf (8-10)	Ks (8-10)	Q	Q (6mm)	Q (10mm)	
OD										
OI										

8.3. CALENDARIO

	Preoperatorio	Postoperatorio a la semana	Postoperatorio a las 8 semanas
17 Octubre	Grupo 1 Incisión 0.50 mm		
24 Octubre	Grupo 2 Incisión 0.50 mm	Grupo 1 Incisión 0.50 mm	
31 Octubre	Grupo 3 Incisión 0.50 mm	Grupo 2 Incisión 0.50 mm	
7 Noviembre	Grupo 4 Incisión 0.50 mm	Grupo 3 Incisión 0.50 mm	
14 Noviembre	Grupo 1 Incisión 1.50 mm	Grupo 4 Incisión 0.50 mm	
21 Noviembre	Grupo 2 Incisión 1.50 mm	Grupo 1 Incisión 1.50 mm	
28 Noviembre	Grupo 3 Incisión 1.50 mm	Grupo 2 Incisión 1.50 mm	
5 Diciembre	Grupo 4 Incisión 1.50 mm	Grupo 3 Incisión 1.50 mm	
12 Diciembre		Grupo 4 Incisión 1.50 mm	Grupo 1 Incisión 0.50 mm
19 Diciembre			Grupo 2 Incisión 0.50 mm
9 Enero			Grupo 3 Incisión 0.50 mm
16 Enero			Grupo 4 Incisión 0.50 mm
23 Enero			Grupo 1 Incisión 1.50 mm
30 Enero			Grupo 2 Incisión 1.50 mm
6 Febrero			Grupo 3 Incisión 1.50 mm
13 Febrero			Grupo 4 Incisión 1.50 mm